ANNALES

DES MINES,

OU

RECUEIL

DE MÉMOIRES SUR L'EXPLOITATION DES MINES

ET SUR LES SCIENCES ET LES ARTS QUI S'Y RAPPORTENT;

RÉDIGÉES

Par les Ingénieurs des Mines,

ET PUBLIÉES

Sous l'autorisation du Sous-Secrétaire d'État au ministère des Travaux Publics.

QUATRIÈME SÉRIE.

TOME VII.

PARIS.

CARILIAN-GŒURY ET Vor DALMONT,

LIBRAIRES DES CORPS ROYAUX DES PONTS ET CHAUSSÉES ET DES MINES,

Quai des Augustins, nos 39 et 41.

1845.

COMMISSION DES ANNALES DES MINES.

Les *Annales des Mines* sont publiées sous les auspices de l'administration générale des Ponts et Chaussées et des Mines, et sous la direction d'une commission spéciale formée par le Sous-Secrétaire d'État au ministère des travaux publics. Cette commission est composée, ainsi qu'il suit, des membres du conseil général des mines, de l'Inspecteur des études et des professeurs de l'École des mines, du chef de la division des mines, d'un ingénieur secrétaire, et d'un ingénieur secrétaire-adjoint.

M. Ebelmen est chargé spécialement de la traduction des mémoires étrangers.

L'administration a réservé un certain nombre d'exemplaires des *Annales des Mines*, pour être envoyés, soit à titre de don aux principaux établissements nationaux et étrangers, consacrés aux sciences et à l'art des mines, soit à titre d'échange aux rédacteurs des ouvrages périodiques français et étrangers, relatifs aux sciences et aux arts. — Les lettres et documents concernant les Annales des Mines doivent être adressés, *sous le couvert de M. le sous-secrétaire d'état au ministère des travaux publics*, à *M. le secrétaire de la commission des Annales des Mines*, à Paris.

Avis de l'Éditeur.

Les auteurs reçoivent *gratis* 10 exemplaires de leurs articles. Ils peuvent faire faire des tirages à part à raison de 10 fr. par feuille pour le premier cent, et de 5 fr. pour les suivants.

La publication des *Annales des Mines* a lieu par cahiers ou livraisons qui paraissent tous les deux mois. — Les trois livraisons d'un même semestre forment un volume. — Les deux volumes composant une année contiennent de 60 à 80 feuilles d'impression, et de 18 à 24 planches gravées. — Le prix de la souscription est de 20 fr. par an pour Paris, de 24 fr. pour les départements, et de 28 fr. pour l'étranger.

PARIS. — IMPRIMERIE DE FAIN ET THUNOT, rue Racine, n. 28.

RECHERCHES

Sur les produits de la décomposition des espèces minérales de la famille des silicates.

Par M. EBELMEN, ingénieur des mines.

Les produits de la décomposition des minéraux qui appartiennent à la famille des silicates ont été peu examinés jusqu'ici par les minéralogistes. Le seul fait acquis à la science est celui de la transformation des espèces feldspathiques en kaolin. Ce phénomène naturel s'est accompli et s'accomplit probablement encore tous les jours sur une grande échelle. Toutes les roches qui admettent une espèce feldspathique comme principe constituant (et l'on sait que ces roches forment à elles seules une partie considérable de l'écorce solide du globe), se présentent souvent dans un état plus ou moins avancé de décomposition. Mais l'élément feldspathique n'est pas le seul qui s'y trouve décomposé, et des silicates ne renfermant pas d'alcali s'y montrent aussi sujets à de profondes altérations. Les faits que j'ai rassemblés dans ce mémoire ont eu surtout pour but d'éclaircir ce qui se passe dans le cas de la décomposition des silicates non alcalifères. Ils montreront, je l'espère, que la transformation du feldspath en kaolin n'est qu'un cas particulier de la décomposition des silicates sous l'influence des agents atmosphériques.

Rapport de ces recherches avec la géologie.

L'importance de cette étude, au point de vue purement géologique, me semble résulter des considérations suivantes :

Les géologues admettent généralement que les terrains stratifiés proviennent en grande partie de la destruction des terrains préexistants. Tout nous prouve que des masses énormes de roches ignées ont été entraînées par les eaux, et ont par conséquent concouru à produire les formations sédimentaires. Cette désagrégation des roches plutoniques a-t-elle été un phénomène purement mécanique, ou bien a-t-elle été précédée ou accompagnée d'une véritable décomposition des minéraux qui les constituaient?

Pour résoudre cette question, je ferai d'abord remarquer que l'état de décomposition d'une roche est en relation très-intime avec sa cohésion. Il est bien évident que des roches altérées seront désagrégées et entraînées par les eaux avec beaucoup plus de facilité que les autres. Les stries qu'on remarque sur les roches polies dans les Alpes, les Pyrénées, la Scandinavie, ne prouvent-elles pas que des roches non décomposables à l'air ne s'entament pas sensiblement pendant des milliers d'années?

En comparant, *d'une manière générale*, la composition chimique des roches ignées et des terrains stratifiés, on arrive à la même conclusion.

Les minéraux qu'on rencontre dans les roches d'origine ignée sont principalement la silice à l'état de quartz et des silicates complexes dont les bases sont la potasse et la soude, l'alumine, la chaux et la magnésie, du fer et du manganèse ordinairement à l'état de protoxydes. Toutes les

bases se trouvent ici dans le même état de combinaison.

Si nous examinons maintenant les formations sédimentaires, nous y retrouvons les mêmes éléments, mais les groupements moléculaires sont devenus beaucoup plus simples, et le mode de combinaison, au lieu d'être uniforme pour toutes les bases, comme dans les espèces minérales des terrains ignés, est essentiellement variable d'une base à l'autre, suivant l'énergie des affinités de chacune d'elles.

Ainsi, nous observons dans les terrains formés par voie aqueuse, la silice, soit à l'état de quartz comme dans les grès, les meulières, soit à l'état soluble dans les alcalis, comme dans la *gaise des Ardennes* (1).

L'alumine se trouve presque toujours en combinaison avec la silice et l'eau dans les argiles.

La chaux se présente quelquefois à l'état de sulfate, mais la proportion de ce sel est peu considérable par rapport à celle du carbonate que l'on rencontre quelquefois presque pur, plus ordinairement mélangé avec des proportions variables d'argile, dans les calcaires marneux et les marnes.

La magnésie se trouve ordinairement associée à la chaux à l'état de carbonate; quelquefois ce-

---

(1) M. Sauvage a montré que des couches fort épaisses dans l'Oxford-clay et dans le terrain du grès vert des Ardennes étaient en grande partie composées de silice soluble dans les alcalis. Des recherches récentes faites au laboratoire de l'École des mines sur des échantillons remis par M. d'Archiac ont montré qu'il en était de même pour un grand nombre de couches de la craie tufau.

pendant on la rencontre en combinaison avec la silice dans certaines argiles.

On voit que la magnésie, par le rôle qu'elle joue dans la formation des terrains stratifiés, tient le milieu entre l'alumine et la chaux. Ses affinités la rangent aussi entre ces deux bases.

Le fer et le manganèse se trouvent ordinairement à l'état de suroxydes hydratés, mêlés ensemble en toutes proportions, mais isolés de toute combinaison avec la silice. Ces oxydes sont le plus souvent *mêlés* avec les groupes moléculaires formés par les autres bases, dans les grès, les argiles, les calcaires.

Quant aux alcalis, on ne les rencontre plus qu'en faible proportion dans les terrains formés par la voie aqueuse, et la solubilité de leurs composés rend bien raison de cette circonstance. On trouve cependant de la potasse en quantité fort notable dans certains terrains (grains verts des terrains néocomien, crétacé, tertiaire inférieur); les argiles en contiennent toutes des quantités appréciables. Le sel marin forme à lui seul, comme on sait, des couches et des amas considérables.

Les terrains stratifiés renferment donc tous les éléments des roches d'origine ignée, et, en outre, des acides qui n'existaient dans celles-ci qu'en faible proportion.

Si les terrains de sédiment avaient été produits par une simple désagrégation des roches d'origine ignée, il est évident que l'on retrouverait dans les roches arénacées, les argiles, par exemple, les mêmes éléments que dans les premières, dans les mêmes proportions et le même état de combinaison. Or, les argiles sont de véritables combinaisons, en proportions variables, de silice, d'a-

lumine et d'eau, et elles possèdent des propriétés physiques et chimiques fort différentes de celles qui appartiennent aux silicates des roches ignées. Nous sommes donc en droit d'en conclure que la destruction de celles-ci a été accompagnée, dans la plupart des cas, de la décomposition des minéraux qui les constituaient.

Cette proposition acquerra encore une plus grande probabilité par les résultats des analyses que contient ce mémoire. Si l'on généralise, en effet, les résultats que j'ai obtenus dans ces recherches, on trouvera que la décomposition des silicates complexes des roches plutoniques doit conduire précisément, pour chacune des bases qu'ils contiennent, au mode de combinaison que nous avons rencontré dans les formations sédimentaires.

Presque tous les minéraux que j'ai pu examiner jusqu'ici présentent, sur le même échantillon, un passage incontestable et graduel entre le minéral intact et le minéral altéré. En analysant séparément les deux parties et comparant leur composition, j'ai pu reconnaître quels avaient été les éléments entraînés, dissous par le fait de la décomposition, et quelles modifications avaient subies les éléments restant en place.

J'ai examiné d'abord quelques silicates naturels dont la plupart appartiennent au groupe pyroxénique; ce sont :

1° Du bisilicate de manganèse venant d'Alger;

2° Du bisilicate de manganèse de Saint-Marcel;

3° De la bustamite de la mine d'argent de Tetala (Mexique);

4° Du grenat melanite de Beaujeux (Rhône).

J'ai analysé ensuite diverses roches basaltiques qui présentaient aussi un passage évident, sur le même échantillon, entre la roche intacte et la partie altérée.

Je vais indiquer ici, avec quelques détails, les résultats obtenus dans chaque cas, et je ferai ressortir ensuite les conséquences qui résulteront de leur comparaison.

1° *Silicate de manganèse d'Alger.*

Ce minéral qu'on trouve en filons dans le terrain primitif des environs d'Alger accompagne un minerai de manganèse que l'on commence à exploiter. L'échantillon qui m'a été remis par M. Renou, membre de la commission scientifique d'Algérie, à qui l'on doit la découverte du minerai de manganèse, est formé de deux parties bien distinctes; l'une lamelleuse en trois sens et de couleur rose; l'autre, à la surface du morceau exposée à l'air, est noire et terreuse sur une épaisseur de 7 à 8 millimètres, mais il est facile de saisir le passage entre ces deux matières. On voit, en effet, les lamelles roses se parsemer de points noirs, dans le voisinage de la partie altérée, et devenir enfin complétement noires, tout en conservant leur texture. Il est donc bien évident que la matière noire résulte d'une altération du minéral rose. J'ai séparé avec soin et soumis à l'analyse chacune des deux parties de l'échantillon.

α. Substance rose.

La densité de ce minéral est de 3,559. Il raye le verre. Sa texture est tantôt lamelleuse et tantôt grenue. Il fond, mais pas très-facilement, au chalumeau. Il ne fait pas d'effervescence avec les

acides. L'acide chlorhydrique bouillant l'attaque lentement et avec difficulté avec dépôt de silice. J'ai reconnu dans la liqueur, par les procédés ordinaires, la présence des protoxydes de fer et de manganèse, de la chaux et de la magnésie.

Pour faire l'analyse de cette substance, j'en ai fait fondre 1gr.,077 avec 4 gr. de carbonate de soude sec. La masse fondue a été traitée par l'acide chlorhydrique, et la silice séparée par les procédés ordinaires. Elle s'est dissoute en entier, après avoir été pesée, dans une solution faible de potasse. Le fer et le manganèse ont été précipités ensemble de la dissolution au moyen du sulfhydrate d'ammoniaque. Les sulfures séparés de la liqueur par filtration ont été redissous dans l'acide chlorhydrique concentré, auquel on a ajouté quelques gouttes d'acide nitrique pour peroxyder le fer, puis on a séparé le peroxyde de fer de l'oxyde de manganèse au moyen du succinate d'ammoniaque. Le manganèse a été dosé à l'état de protoxyde.

La liqueur dont on avait séparé le fer et le manganèse a été saturée par un acide, bouillie et filtrée pour séparer le soufre, puis saturée par de l'ammoniaque, et précipitée successivement par l'oxalate et le phosphate d'ammoniaque. La chaux a été dosée à l'état de sulfate. Voici les résultats de l'analyse.

		Oxygène.		Rapport.
Silice.	45,49	23,64		2
Protoxyde de manganèse.	39,46	8,65	12,44	1
Protoxyde de fer.	6,42	1,46		
Chaux.	4,66	1,33		
Magnésie.	2,60	1,00		
	98,63			

La matière rose est donc du bisilicate de man-

ganèse (Rhodonite de M. Beudant), ainsi que les caractères extérieurs l'indiquent. Une partie très-notable du protoxyde de manganèse s'y trouve remplacée par des bases isomorphes. La formule de ce minéral est par conséquent :

$$(Mn. Fe. Ca. Mg.) S^2.$$

β. Matière noire à la surface du silicate.

Cette matière est friable ; chauffée dans un tube fermé, elle donne de l'eau. L'acide chlorhydrique l'attaque aisément avec dégagement de chlore, en laissant un résidu de couleur rose.

Pour faire l'analyse de cette substance, j'en ai attaqué un gramme dans un petit ballon par de l'acide chlorhydrique bien pur (1), et j'ai reçu le chlore dans une solution bien claire d'acide sulfureux mêlée de chlorure de baryum. J'ai cessé de faire bouillir l'acide aussitôt après la décoloration de la substance et l'expulsion complète du chlore hors du petit ballon, afin d'attaquer le moins possible la matière rose. La dissolution d'acide sulfureux bouillie, puis filtrée, a donné du sulfate de baryte, dont le poids a permis de calculer l'oxygène qui se trouvait dans le minéral essayé en sus du protoxyde.

La liqueur provenant du traitement de la matière noire par l'acide chlorhydrique a été filtrée, puis évaporée à siccité pour séparer quelques flocons de silice, et filtrée de nouveau. On a séparé dans la liqueur le manganèse, le fer et la chaux

---

(1) L'acide chlorhydrique employé a été purifié par le chlore, le cuivre métallique et la distillation sur du sel marin, suivant le procédé que j'ai décrit dans les *Annales des mines*, 4e série, tome IV, p. 401.

par les mêmes moyens que précédemment; on n'y a pas rencontré de magnésie.

Le résidu inattaqué dans l'acide chlorhydrique a été calciné et pesé, puis on a enlevé la silice gélatineuse par la potasse liquide. La partie insoluble dans l'alcali se composait de petits grains roses, qui, examinés à la loupe, paraissaient tout à fait identiques avec le bisilicate du centre de l'échantillon. Effectivement, en attaquant cette matière par du carbonate de soude au creuset de platine, j'en ai séparé ensuite par les acides les 0,48 de son poids de silice gélatineuse, nombre très-rapproché de celui qu'a fourni l'analyse du bisilicate.

Pour doser l'eau du minéral noir, j'ai chauffé une nouvelle quantité de ce corps dans l'hydrogène en me servant d'un creuset de platine à couvercle tubulé. J'ai obtenu une matière verdâtre que l'acide chlorhydrique attaquait sans dégagement de chlore. La perte du poids du minéral chauffé dans l'hydrogène se composait : 1° de l'eau du minéral; 2° de l'oxygène en sus de celui qui correspondait au protoxyde, lequel était connu par le poids du sulfate de baryte, en sorte que la différence avec la perte dans le courant d'hydrogène donnait l'eau. Voici les résultats de l'analyse :

			Oxygène.
Eau		10,14	9,02
Oxygène		8,94	8,94
Protoxyde de manganèse		43,00	9,43
Peroxyde de fer		6,60	2,00
Chaux		1,32	0,37
Résidu insoluble.	Silice gélatineuse	2,40	1,25
	Bisilicate non attaqué	27,20	
		99,60	

Si l'on considère que le silicate rose est atta-

quable par l'ébullition avec l'acide chlorhydrique, on sera porté à admettre que la petite quantité de silice gélatineuse trouvée dans l'analyse provient d'une certaine portion de bisilicate. En admettant cette supposition, et en retranchant de la quantité trouvée de protoxyde de manganèse celle qui correspond à la silice gélatineuse, et qui est 2,10, le reste, 40, 90, renferme une quantité d'oxygène égale à celle trouvée par l'acide sulfureux. On peut en conclure que la matière noire est un mélange d'hydrates de peroxyde de manganèse et de fer avec une certaine proportion de bisilicate non altéré.

Si l'on compare maintenant cette composition à celle de la matière rose, on voit : 1° que la silice et la magnésie ont complétement disparu par le fait de la décomposition, ainsi que la majeure partie de la chaux ; 2° que les protoxydes de fer et de manganèse sont transformés en hydrates de peroxyde, et se trouvent dans la matière noire dans le même rapport que dans le minéral non altéré.

2° *Silicate de manganèse de Saint-Marcel.* (Piémont.)

On trouve ce minéral en filons dans le terrain où l'on rencontre les nombreuses espèces de Saint-Marcel. Il m'a été remis par M. Bertrand de Lom. L'échantillon que j'ai examiné est formé à l'extérieur de bisilicate de manganèse lamelleux, dont l'aspect et les caractères minéralogiques sont tout à fait les mêmes que ceux du minéral d'Alger. L'extérieur est formé par une substance noire qui provient évidemment d'une altération de la

matière rose, car on y voit des lamelles roses passer insensiblement au noir en se fondant au milieu de la masse altérée. J'ai remis à la collection de l'École des mines un échantillon qui prouve le fait d'une manière incontestable.

J'ai analysé séparément la matière noire et la matière rose.

α. Substance rose.

La densité de ce minéral a été trouvée de 3,635 à 15°; il s'attaque, mais difficilement, par l'acide chlorhydrique bouillant. L'analyse faite sur 1 gr. 319 par les mêmes moyens que ceux employés pour le minéral d'Alger, m'a donné.

		Oxygène.		Rapport.
Silice.	46,37	24,093		2
Protoxyde de manganèse.	47,38	10,395	11,957	1
Chaux.	5,48	1,562		
	99,23			

Formule (Mn. Ca) S^2.

β. Substance noire.

Cette matière présente encore en beaucoup de points la texture lamelleuse du centre de l'échantillon. Sa densité a été trouvée de 3,98 à 15°.

Pour l'analyser, j'en ai traité 1gr138 dans un petit ballon par l'acide chlorhydrique et j'ai recueilli et dosé le chlore au moyen de l'acide sulfureux. L'attaque a été prolongée jusqu'à décoloration complète du résidu. La liqueur contenue dans le petit ballon a été filtrée, puis évaporée à siccité pour séparer quelques flocons de silice qui ont été recueillis et pesés. Dans la liqueur, on a trouvé du manganèse et de la chaux qui ont été

matière rose, car on y voit des lamelles roses passer insensiblement au noir en se fondant au milieu de la masse altérée. J'ai remis à la collection de l'École des mines un échantillon qui prouve le fait d'une manière incontestable.

J'ai analysé séparément la matière noire et la matière rose.

α. Substance rose.

La densité de ce minéral a été trouvée de 3,635 à 15°; il s'attaque, mais difficilement, par l'acide chlorhydrique bouillant. L'analyse faite sur 1 gr. 319 par les mêmes moyens que ceux employés pour le minéral d'Alger, m'a donné.

		Oxygène.		Rapport.
Silice	46,37	24,093		2
Protoxyde de manganèse	47,38	10,395	11,957	1
Chaux	5,48	1,562		
	99,23			

Formule (Mn. Ca) S^2.

β. Substance noire.

Cette matière présente encore en beaucoup de points la texture lamelleuse du centre de l'échantillon. Sa densité a été trouvée de 3,98 à 15°.

Pour l'analyser, j'en ai traité $1^{m}138$ dans un petit ballon par l'acide chlorhydrique et j'ai recueilli et dosé le chlore au moyen de l'acide sulfureux. L'attaque a été prolongée jusqu'à décoloration complète du résidu. La liqueur contenue dans le petit ballon a été filtrée, puis évaporée à siccité pour séparer quelques flocons de silice qui ont été recueillis et pesés. Dans la liqueur, on a trouvé du manganèse et de la chaux qui ont été

quable par l'ébullition avec l'acide chlorhydrique, on sera porté à admettre que la petite quantité de silice gélatineuse trouvée dans l'analyse provient d'une certaine portion de bisilicate. En admettant cette supposition, et en retranchant de la quantité trouvée de protoxyde de manganèse celle qui correspond à la silice gélatineuse, et qui est 2,10, le reste, 40,90, renferme une quantité d'oxygène égale à celle trouvée par l'acide sulfureux. On peut en conclure que la matière noire est un mélange d'hydrates de peroxyde de manganèse et de fer avec une certaine proportion de bisilicate non altéré.

Si l'on compare maintenant cette composition à celle de la matière rose, on voit : 1° que la silice et la magnésie ont complétement disparu par le fait de la décomposition, ainsi que la majeure partie de la chaux ; 2° que les protoxydes de fer et de manganèse sont transformés en hydrates de peroxyde, et se trouvent dans la matière noire dans le même rapport que dans le minéral non altéré.

2° *Silicate de manganèse de Saint-Marcel.* (Piémont.)

On trouve ce minéral en filons dans le terrain où l'on rencontre les nombreuses espèces de Saint-Marcel. Il m'a été remis par M. Bertrand de Lom. L'échantillon que j'ai examiné est formé à l'extérieur de bisilicate de manganèse lamelleux, dont l'aspect et les caractères minéralogiques sont tout à fait les mêmes que ceux du minéral d'Alger. L'extérieur est formé par une substance noire qui provient évidemment d'une altération de la

matière rose, car on y voit des lamelles roses passer insensiblement au noir en se fondant au milieu de la masse altérée. J'ai remis à la collection de l'École des mines un échantillon qui prouve le fait d'une manière incontestable.

J'ai analysé séparément la matière noire et la matière rose.

α. Substance rose.

La densité de ce minéral a été trouvée de 3,635 à 15°; il s'attaque, mais difficilement, par l'acide chlorhydrique bouillant. L'analyse faite sur 1 gr. 319 par les mêmes moyens que ceux employés pour le minéral d'Alger, m'a donné.

		Oxygène.		Rapport.
Silice.	46,37	24,093		2
Protoxyde de manganèse.	47,38	10,395	11,957	1
Chaux.	5,48	1,562		
	99,23			

Formule (Mn. Ca) S^2.

β. Substance noire.

Cette matière présente encore en beaucoup de points la texture lamelleuse du centre de l'échantillon. Sa densité a été trouvée de 3,98 à 15°.

Pour l'analyser, j'en ai traité $1^{gr}138$ dans un petit ballon par l'acide chlorhydrique et j'ai recueilli et dosé le chlore au moyen de l'acide sulfureux. L'attaque a été prolongée jusqu'à décoloration complète du résidu. La liqueur contenue dans le petit ballon a été filtrée, puis évaporée à siccité pour séparer quelques flocons de silice qui ont été recueillis et pesés. Dans la liqueur, on a trouvé du manganèse et de la chaux qui ont été

quable par l'ébullition avec l'acide chlorhydrique, on sera porté à admettre que la petite quantité de silice gélatineuse trouvée dans l'analyse provient d'une certaine portion de bisilicate. En admettant cette supposition, et en retranchant de la quantité trouvée de protoxyde de manganèse celle qui correspond à la silice gélatineuse, et qui est 2,10, le reste, 40, 90, renferme une quantité d'oxygène égale à celle trouvée par l'acide sulfureux. On peut en conclure que la matière noire est un mélange d'hydrates de peroxyde de manganèse et de fer avec une certaine proportion de bisilicate non altéré.

Si l'on compare maintenant cette composition à celle de la matière rose, on voit : 1° que la silice et la magnésie ont complétement disparu par le fait de la décomposition, ainsi que la majeure partie de la chaux ; 2° que les protoxydes de fer et de manganèse sont transformés en hydrates de peroxyde, et se trouvent dans la matière noire dans le même rapport que dans le minéral non altéré.

2° *Silicate de manganèse de Saint-Marcel.* (Piémont.)

On trouve ce minéral en filons dans le terrain où l'on rencontre les nombreuses espèces de Saint-Marcel. Il m'a été remis par M. Bertrand de Lom. L'échantillon que j'ai examiné est formé à l'extérieur de bisilicate de manganèse lamelleux, dont l'aspect et les caractères minéralogiques sont tout à fait les mêmes que ceux du minéral d'Alger. L'extérieur est formé par une substance noire qui provient évidemment d'une altération de la

matière rose, car on y voit des lamelles roses passer insensiblement au noir en se fondant au milieu de la masse altérée. J'ai remis à la collection de l'École des mines un échantillon qui prouve le fait d'une manière incontestable.

J'ai analysé séparément la matière noire et la matière rose.

α. Substance rose.

La densité de ce minéral a été trouvée de 3,635 à 15°; il s'attaque, mais difficilement, par l'acide chlorhydrique bouillant. L'analyse faite sur 1 gr. 319 par les mêmes moyens que ceux employés pour le minéral d'Alger, m'a donné.

		Oxygène.		Rapport.
Silice.	46,37	24,093		2
Protoxyde de manganèse.	47,38	10,395	11,957	1
Chaux.	5,48	1,562		
	99,23			

Formule (Mn. Ca) S^2.

β. Substance noire.

Cette matière présente encore en beaucoup de points la texture lamelleuse du centre de l'échantillon. Sa densité a été trouvée de 3,98 à 15°.

Pour l'analyser, j'en ai traité 1gr138 dans un petit ballon par l'acide chlorhydrique et j'ai recueilli et dosé le chlore au moyen de l'acide sulfureux. L'attaque a été prolongée jusqu'à décoloration complète du résidu. La liqueur contenue dans le petit ballon a été filtrée, puis évaporée à siccité pour séparer quelques flocons de silice qui ont été recueillis et pesés. Dans la liqueur, on a trouvé du manganèse et de la chaux qui ont été

précipités successivement par le sulfhydrate et l'oxalate d'ammoniaque. Le résidu inattaqué par l'acide chlorhydrique a été pesé, puis traité par une solution aqueuse de potasse pour dissoudre la silice libre qu'il contenait. Il est resté une poudre rose identique au silicate non altéré.

En résumé, j'ai trouvé dans l'analyse de la matière noire :

			Oxygène.	
Eau.		1,10		
Oxygène.		4,44	4,44	
Protoxyde de manganèse.		44,71	10,33	(8,88+1,45)
Chaux.		0,90	0,25	
Résidu insoluble.	Silice gélatineuse.	8,00	4,15	
	Bisilicate non attaqué.	41,47		
		100,62		

D'après cette analyse, l'oxygène trouvé par l'acide sulfureux ne serait pas suffisant pour transformer tout le protoxyde de manganèse en deutoxyde Mn^2O^3. On peut en conclure avec certitude qu'une partie du protoxyde de manganèse dissous dans l'acide chlorhydrique provenait d'une certaine quantité de bisilicate. En admettant que le reste du manganèse dissous soit à l'état de deutoxyde, on trouve que 1,45 représente l'oxygène du protoxyde de manganèse provenant du bisilicate. En y ajoutant l'oxygène de la chaux qui est 0,25, on trouve 1,70 qui est à peu près la moitié de l'oxygène de la silice gélatineuse. On peut remarquer également que l'oxygène de la chaux se trouve avec l'oxygène du protoxyde de manganèse du silicate dans le même rapport que dans la matière non altérée. On pourrait donc représenter comme il suit le résultat de l'analyse qui précède :

Deutoxyde de manganèse (Mn^2O^3). .	42,55
Bisilicate identique à (α).	56,97
Eau.	1,10
	100,62

Nous considérerons la matière noire comme un mélange intime de deutoxyde de manganèse (Braunite) et de bisilicate non altéré. En admettant 4,81 pour la densité de la braunite et 3,635, nombre trouvé plus haut, pour celle du bisilicate, la densité calculée du mélange devrait être 4,12. L'observation directe nous a donné un nombre un peu plus faible, 3,98.

On peut exprimer de la manière suivante les résultats de la décomposition du minéral de Saint-Marcel : la silice et la chaux ont disparu ; le protoxyde de manganèse s'est changé en deutoxyde ou braunite.

Ce résultat me paraît éclaircir singulièrement la question de l'origine et de la composition des matières que l'on désigne sous le nom de silicates noirs, de silicates de deutoxyde de manganèse. On a fait pendant longtemps une espèce à part, sous le nom de *marceline*, d'une substance trouvée à Saint-Marcel, qui contenait du deutoxyde de manganèse et de la silice qu'on en séparait à l'état gélatineux par l'acide chlorhydrique. Mais la proportion de silice était loin d'être la même dans tous les échantillons. L'analyse de M. Berthier avait donné 15 p. 0/0, celle de M. Berzelius 26 p. 0/0. de silice. M. Haidinger avait reconnu, d'un autre côté, que les cristaux de marceline étaient identiques à ceux de braunite. M. Damour, dans un travail récent (1), a montré clairement que la

(1) *Annales des Mines*, tom I, p. 400, 4e série.

marceline devait être considérée comme un mélange intime de braunite avec un silicate manganeux dont il n'a pas déterminé la formule. La substance noire qui se trouve à la surface du bisilicate de Saint-Marcel présente une composition analogue à celle de la marceline, et je crois qu'il convient d'attribuer la formation de celle-ci et des autres silicates noirs de manganèse à des causes analogues à celles qui ont produit la décomposition du bisilicate de manganèse. La présence de cristaux de braunite au milieu de la masse décomposée n'aurait rien de surprenant (1). En se changeant, en effet, en deutoxyde de manganèse, le bisilicate perd près de la moitié de son poids ; d'un autre côté, sa densité s'accroît à mesure que la proportion de silice diminue. La matière en se décomposant doit donc prendre l'état terreux ou bien se contracter de façon à occuper un volume beaucoup moindre que le volume primitif. On peut aisément concevoir que ce mouvement moléculaire, s'opérant pendant un temps très-long, donne naissance à des cristaux qui se produiront surtout dans l'intérieur des géodes formées à la suite de la contraction. Plusieurs autres substances cristallisées paraissent s'être produites d'une manière analogue dans l'intérieur des filons métallifères.

3° *Bustamite.*

Le bustamite appartient par sa composition chimique au groupe des pyroxènes. On ne l'a

---

(1) Le bisilicate de St-Marcel se trouve dans les mêmes filons que la marceline, et quelques échantillons présentent, d'après M. Descloiseaux, qui a examiné le gisement de ces minéraux, du silicate rose au centre d'une masse de marceline en partie cristallisée sous les formes de la braunite.

rencontrée jusqu'à présent qu'au Mexique, où elle accompagne des minerais argentifères. Elle a été décrite par M. Brongniart (1) et analysée par M. Dumas qui lui a attribué la formule suivante : $CaSi^2 + 2Mn\,Si^2$.

Les échantillons que j'ai examinés venaient de la mine d'argent de Tétala et avaient été remis au laboratoire de l'École des mines par M. Duport. Les uns renfermaient la bustamite à l'état naturel, les autres de la bustamite altérée.

α. Bustamite non altérée.

Le minéral se présente en fibres rayonnées, lamelleuses dans le sens de leur longueur, d'un gris pâle tirant sur le rose ou sur le vert. Sa densité a été trouvée de 3,33 à 14°.

Le minéral que j'ai examiné perdait 5,4 p. o/o de son poids par la chaleur. Cette perte est due à de l'acide carbonique combiné avec de la chaux; car en traitant la poudre par de l'acide nitrique faible et froid, on observe une effervescence très-sensible et la liqueur ne contient que de la chaux dont la proportion s'accorde avec la perte au feu. La bustamite ainsi purifiée ne s'attaque que lentement par l'acide chlorhydrique. Je l'ai analysée au moyen du carbonate de soude. Sa composition est la suivante :

		oxygène.		
Silice.	44,45	23,09		2
Protoxyde de manganèse. .	26,96	5,91	10,53	1
Protoxyde de fer.	1,15	0,26		
Chaux.	14,43	4,11		
Magnésie.	0,64	0,25		
Carbonate de chaux. . . .	12,27			
	99,90			

(1) Annales des sciences naturelles, t. VIII.

Les résultats de cette analyse diffèrent un peu de ceux obtenus par M. Dumas, quant aux proportions relatives des bases, mais ils conduisent aussi à la formule générale des pyroxènes.

$$(Mn. Fe. Ca. Mg.)S^2.$$

β. Bustamite décomposée.

Le produit de la décomposition de la bustamite conserve la texture fibreuse et rayonnée de ce minéral. Sa couleur est d'un brun foncé. Il tache les doigts, et il est si tendre qu'on peut le couper au couteau. Chauffé dans le tube fermé, il perd de l'eau. Avec l'acide nitrique, il se produit une effervescence sensible. L'acide chlorhydrique en dégage abondamment du chlore.

Les procédés employés pour l'analyse sont les mêmes que ceux dont je m'étais servi pour les matières précédentes. L'oxygène a été dosé au moyen de l'acide sulfureux. Pour avoir l'acide carbonique, j'ai calciné fortement la matière afin de ramener la chaux à l'état caustique, et le résidu a été traité par un courant d'hydrogène au rouge vif. L'eau a été dosée directement dans une autre expérience. En retranchant de la perte totale l'eau et l'oxygène trouvé par l'acide sulfureux, on a pu déterminer l'acide carbonique dans la proportion concordait exactement avec celle de la chaux. Voici les résultats de l'analyse :

		Oxygène.
Eau	10,68	9,49
Oxygène	10,98	10,98
Protoxyde de manganèse	55,19	12,11
Peroxyde de fer	1,56	
Carbonate de chaux	14,03	
Silice gélatineuse	1,21	
Résidu insoluble dans l'acide chlorhydrique et la potasse	7,32	
	100,97	

D'après la proportion d'oxygène donnée par l'acide sulfureux, on trouve, par un calcul simple, que la matière analysée renferme un mélange de peroxyde et de dentoxyde de manganèse hydratés (MnO^2. HO.)(Mn^2O^3. HO,) dans la proportion d'environ 64,20 du premier, et 12,65 du second.

La quantité de chaux que l'on rencontre dans la bustamite altérée est bien loin d'être en rapport avec celle qu'on trouve dans le minéral non décomposé. Celui-ci contenait 21,30 de chaux pour 26,96 de protoxyde de manganèse, tandis que dans le produit de la décomposition on ne trouve que 7,81 de chaux (correspondant à 14,03 de calcaire) pour 55,19 de protoxyde. Ainsi, les 5/6 de la chaux ont disparu. Quant à la silice, elle a été enlevée presque entièrement.

4° *Grenat mélanite de Beaujeux* (Rhône).

Ce minéral forme un amas d'une grande puissance dans le gneiss. Il est traversé par des filons et des veines de fer oligiste qu'on exploite, ainsi que le grenat lui-même, comme minerai de fer. Le grenat est tantôt compacte, très-dur, à cassure résinoïde, tantôt il se présente en dodécaédres rhomboïdaux d'une grande netteté, dont la surface est recouverte par places d'une pellicule noire de suroxyde de manganèse. Les cristaux s'écrasent aisément sous la pression du doigt en donnant un sable d'une couleur jaune sale, qui ne se laisse porphyriser qu'avec difficulté. Cette facile désagrégation du grenat et les taches noires dont il est parsemé à l'extérieur m'ayant fait penser que ce minéral avait éprouvé un commencement de dé-

composition, je l'ai soumis à l'analyse, en ayant soin de n'employer que des cristaux.

L'acide chlorhydrique l'attaque en formant gelée. La liqueur essayée par les réactifs n'a pas donné de traces de protoxyde de fer; j'y ai trouvé beaucoup de peroxyde de fer et de chaux. L'analyse qualitative a indiqué aussi de petites quantités d'alumine, d'oxyde de manganèse et de magnésie. Il est difficile d'attaquer complétement ce grenat par l'acide chlorhydrique.

Deux analyses de ce minéral ont été faites, l'une sur 2gr.079, l'autre sur 2gr.521, en l'attaquant par le carbonate de soude, et reprenant par l'eau et l'acide chlorhydrique. Le fer, l'alumine et le manganèse ont été précipités ensemble au moyen du sulfhydrate d'ammoniaque, et séparés ensuite par les moyens ordinaires (1) La chaux et la ma-

(1) J'ai reconnu que les sulfures précipités par le sulfhydrate d'ammoniaque entraînaient une quantité de chaux d'autant plus grande qu'il y en avait davantage dans la liqueur. Pour séparer la chaux précipitée, je redissolvais les sulfures bien lavés sur le filtre même avec de l'acide chlorhydrique étendu, et je précipitais de nouveau par le sulfhydrate d'ammoniaque. La liqueur filtrée sur le même filtre que la première fois renfermait la presque totalité de la chaux qui avait été précipitée, mais il en reste encore des traces dans le précipité.

Pour montrer la difficulté qu'on éprouve à effectuer complétement la séparation, je rapporterai les nombres obtenus dans l'analyse faite sur 2gr.079 de grenat.

a. Après avoir précipité une première fois par le sulfhydrate, la liqueur traitée par l'oxalate d'ammoniaque a donné un précipité qui transformé en sulfate pesait 1gr.426.

b. Après avoir redissous les sulfures dans l'acide clorhydrique et les avoir précipités de nouveau par le sulfhydrate, la liqueur filtrée a donné sulfate de chaux 0gr.111.

c. Enfin, après avoir séparé le fer du manganèse par le

gnésie ont été précipitées par l'oxalate et le phosphate d'ammoniaque. J'ai obtenu dans les deux analyses :

	(1) Sur 2gr,070.	(2) Sur 2,521.	Moyenne.	Oxygène.	
Silice.	36,56	36,34	36,45	18,95	
Alumine.	2,01	2,12	2,06	0,96	9,80
Peroxyde de fer.	29,36	29,60	29,48	8,84	
Chaux.	30,90	30,62	30,76	8,77	8,85
Protoxyde de manganèse.	0,21	0,35	0,28	0,06	
Magnésie.	0,07	0,05	0,06	0,02	
Eau.	»	0,96	0,96		
	99,11	100,04	100,05		

Les nombres obtenus dans l'analyse s'approchent beaucoup, comme on voit, de ceux qui correspondent à la formule minéralogique des grenats Ca. (Al. F.) S^2; mais on voit pourtant que les bases à trois atomes d'oxygène s'y trouvent déjà sensiblement en excès.

Quand on calcine le grenat, sa couleur passe du jaune sale au rouge briqueté, et ce fait annonce une certaine quantité d'hydrate de peroxyde de fer à l'état de liberté.

L'action du gaz hydrogène sur le grenat confirme ce fait : 1gr.692 du grenat en poudre placés dans une nacelle de platine ont été chauffés dans un tube de verre vert, au milieu d'un courant d'hydrogène, jusqu'à une température voisine du ramollissement du verre. La perte de poids n'a été que de 0gr,025, soit les 0,0148 du poids du grenat. Sa couleur a passé du jaune d'ocre au gris foncé. La

---

succinate d'ammoniaque, et avoir précipité le manganèse par le sulfhydrate, la liqueur précipitée par l'oxalate a donné encore 0gr.020 de sulfate de chaux.

nacelle soumise de nouveau à l'action de l'hydrogène pendant une demi-heure, à la même température qu'auparavant, n'a pas changé de poids. La quantité d'oxygène enlevée à cette température n'a donc été que les 0,005 du poids du grenat, puisque sur la perte totale il y avait 0,0096 d'eau. Mais en plaçant la nacelle dans un tube de porcelaine fortement chauffé et traversé par un courant d'hydrogène sec et pur, on a trouvé que les 1gr.667 provenant de l'opération précédente ont perdu 0gr.154 d'oxygène. Il n'y a pas eu ramollissement. La matière obtenue était noire. En la traitant par l'acide chlorhydrique étendu et à froid, elle s'est attaquée avec un vif dégagement d'hydrogène et formation d'un dépôt floconneux grisâtre de silice. Ce dépôt traité par la potasse liquide a laissé 0gr.059 d'une matière identique avec le grenat. La perte dans l'hydrogène ne portait donc en réalité que sur 1gr.63 du minéral. L'oxygène enlevé correspond à 30,7 p. 0/0 de peroxyde de fer, nombre très-voisin de celui fourni par l'analyse directe.

La faible perte de poids et le changement de couleur du grenat dans l'hydrogène au rouge naissant tiennent sans doute à la réduction de la petite quantité de peroxyde de fer qui s'y trouve à l'état de liberté. Il est très-remarquable que le peroxide de fer combiné dans le grenat ne se transforme pas au moins en protoxyde à une température qui suffit pour la réduction complète du peroxyde isolé par l'hydrogène. Au rouge vif, le grenat se transforme dans l'hydrogène en fer métallique et en un silicate de chaux CaS^2 analogue au pyroxène. Ce silicate s'attaque beaucoup plus facilement par les acides que le grenat lui-même, quoi qu'il renferme une moindre quantité de base.

Bien que les produits de la décomposition du grenat paraissent se rapprocher de ceux que j'ai signalés précédemment, j'attendrai, pour me prononcer à ce sujet, que j'aie pu examiner des matières dans un état plus avancé d'altération.

Produits de la décomposition des roches ignées.

J'ai commencé l'étude des produits de la décomposition des roches ignées par celles de ces roches qui s'éloignent le plus des granites par leur composition et la nature des minéraux qui s'y trouvent contenus. Le changement qu'éprouve le granite en se décomposant est suffisamment connu. On sait très-bien que l'altération et la désagrégation de la roche sont produites ici par la transformation du feldspath en kaolin. En m'occupant d'abord des roches basaltiques, roches qui se décomposent, comme on sait, sous l'influence atmosphérique, avec une grande facilité, j'ai pu, au contraire, déterminer le mode d'altération des espèces non alcalifères, pyroxène et péridot, qui entrent dans leur composition.

Basalte de Crouzet.

L'échantillon de basalte que j'ai examiné a été recueilli par M. Bertrand de Lom, à Crouzet, canton de Loudes (Haute-Loire); c'est un fragment arrondi qui se trouvait isolé, mais qui provenait sans doute des roches basaltiques de la même localité. Toute la surface du morceau, jusqu'à 5 et 6 millimètres de profondeur, était changée en une matière terreuse, d'un blanc un peu jaunâtre, friable, et que j'ai pu détacher aisément avec un couteau. L'intérieur était une roche compacte, d'un noir foncé, dans laquelle on distinguait des

grains verts assez abondants de péridot, et quelques lamelles paraissant appartenir au labrador. La roche est légèrement attirable au barreau aimanté. Elle fond facilement en un verre noir au chalumeau.

En examinant avec soin le passage entre les deux parties de l'échantillon, on arrive à des résultats qui méritent l'attention.

On reconnaît d'abord entre la partie non altérée et la croûte extérieure, une zone d'environ 1 millimètre d'épaisseur d'une teinte rougeâtre assez foncée. On remarque en outre dans le basalte, près de la partie altérée et jusque dans celle-ci, des vides de forme arrondie, qui présentent évidemment la place des cristaux de peridot, car les uns contiennent une certaine quantité d'oxyde de fer, les autres montrent encore des cristaux de péridot, mais désagrégés, comme cariés et un peu ocreux. Dans le centre de l'échantillon, le péridot n'est pas altéré. Il semblerait, à l'examen de l'échantillon, que le péridot se décompose avant les autres éléments du basalte.

J'ai examiné séparément le centre du morceau et la partie extérieure.

α. Basalte non altéré.

1° Pour faire l'analyse de ce minéral, on l'a fondu avec du carbonate de soude. La matière a été reprise par l'eau et l'acide chlorhydrique, et la silice séparée comme à l'ordinaire. Après l'avoir pesée, on l'a traitée par une dissolution de soude caustique; elle s'est dissoute presque en entier. Il est resté une petite quantité de matière qui a donné au chalumeau les réactions de l'acide titanique.

2° La liqueur qui avait été séparée de la silice

par la filtration, bouillie avec quelques gouttes d'acide nitrique pour peroxyder le fer, a été précipitée par l'ammoniaque. Le dépôt de peroxyde de fer et d'alumine a été redissous sur le filtre même dans l'acide chlorhydrique faible, et la liqueur a été précipitée par la soude caustique en excès, qui a redissous l'alumine et laissé le peroxyde de fer avec la magnésie et la petite quantité de chaux que l'alumine entraîne avec elle dans sa précipitation par l'ammoniaque. On a redissous ce précipité dans l'acide chlorhydrique, séparé le peroxyde de fer par l'ammoniaque, et réuni la liqueur filtrée à celle qui contenait la majeure partie de la chaux et de la magnésie. Toutes ces opérations se font en dissolvant et en recueillant les précipités toujours sur le même filtre.

L'alumine dissoute dans la soude en a été séparée en traitant la liqueur par l'acide chlorhydrique et le carbonate d'ammoniaque.

Le peroxyde de fer a été calciné et pesé. En le traitant par l'acide chlorhydrique concentré, il est resté un faible résidu qu'on a pesé et qui, examiné au chalumeau, consistait en silice et en acide titanique.

3° On a précipité successivement la chaux et la magnésie par l'oxalate et le phosphate d'ammoniaque dans une liqueur alcaline.

On s'était assuré, par des expériences préliminaires, que la roche ne contenait pas de manganèse.

Une autre analyse a été faite en décomposant la roche par l'acide fluorhydrique dans une capsule de platine, évaporant à sec avec l'acide sulfurique, et reprenant par l'acide chlorhydrique. On a filtré et séparé le fer et l'alumine par l'ammoniaque, puis la chaux par l'oxalate d'ammoniaque. Le fer

et l'alumine, en se précipitant, avaient entraîné de la magnésie, qu'on a séparée comme je l'ai indiqué tout à l'heure. La liqueur filtrée, après la précipitation de la chaux, a été évaporée à siccité, et le résidu calciné a laissé des sulfates alcalins, mêlés de sulfate de magnésie. On a dissous ces sulfates dans l'eau, et précipité par l'acétate de baryte; puis on a évaporé à sec la liqueur filtrée et calciné le résidu pour décomposer les acétates. La matière calcinée a été reprise par l'eau, qui a dissous les carbonates alcalins. On les a transformés en chlorures qu'on a pesés, puis on a déterminé la potasse au moyen du chlorure de platine, et dosé la soude par différence.

La magnésie restait avec le carbonate de baryte. On a dissous ce résidu dans l'acide chlorhydrique, précipité par l'acide sulfurique, et évaporé à sec la liqueur filtrée, ce qui a donné la magnésie à l'état de sulfate. On avait dosé déjà la magnésie entraînée par le peroxyde de fer et l'alumine.

J'ai admis, dans le calcul des analyses, que tout le fer se trouvait dans le basalte à l'état de protoxyde, ce qui n'est pas tout à fait exact, puisqu'il y a dans la roche une petite quantité de fer oxydulé.

Voici les résultats des deux analyses.

	1° Par le carbonate de soude. Analyse sur 1g,151.	2° Par l'acide fluorhyd. Sur 1g,339.	Moyenne.	Oxyg.
Perte au feu. .	4,9	»	4,9	»
Silice et ac. titan.	46,1	»	46,1	23,97
Alumine	13,6	12,8	13,2	6,16
Chaux.	7,1	7,5	7,3	2,08
Magnésie. . . .	7,2	6.8	7,0	2,71
Protox. de fer.	16,5	16,7	16,6	3,70
Potasse.	»	1,8	1,8	0,30
Soude.	»	2,7	2,7	0,69
			99,6	

Le basalte de Crouzet s'attaque par l'acide chlorhydrique, mais la proportion du résidu insoluble varie suivant la durée de l'attaque. Dans une première expérience, le poids du résidu insoluble dans l'acide chlorhydrique et la potasse liquide a été les 0,394 du poids du basalte. Dans une seconde expérience, il n'est resté que les 0,132 du poids de la matière soumise à l'essai. J'ai analysé séparément la liqueur chlorhydrique et le résidu insoluble provenant de cette seconde expérience. Voici leur composition :

	Partie soluble. (0,868 du poids total.)	Partie insoluble. (0,132.)
Eau	5,6	»
Silice.	45,7	50,2
Alumine.	13,1	13,8
Chaux.	7,4	8,6
Magnésie.	6,5	12,9
Protoxyde de fer.	17,2	9,5
Alcalis et perte. .	4,5	5,0
	100,0	100,0

La composition de la partie insoluble ne diffère guère de celle de la partie soluble que par les proportions respectives de l'oxyde de fer et de la magnésie. Tous les éléments qui entrent dans la pâte du basalte, paraissent s'attaquer aussi facilement les uns que les autres par l'acide chlorhydrique, sauf le péridot qui se concentrerait dans le résidu insoluble.

β. *Basalte de Crouzet décomposé.*

La matière terreuse d'un blanc sale qui forme la partie extérieure du basalte, essayée au chalumeau, n'a pas fondu. Elle donne, avec le nitrate de cobalt, la réaction de l'alumine. — Elle ne fait pas pâte avec l'eau. Quand on la chauffe

dans un tube fermé, elle dégage de l'eau et une forte odeur empyreumatique.

L'acide nitrique faible et froid ne produit pas d'effervescence. On trouve, dans la liqueur, après quelques heures de digestion, beaucoup d'alumine et seulement des traces de fer, de chaux et de magnésie. L'acide nitrique a dissous également une matière organique, car la liqueur, même après l'addition successive des réactifs qui avaient précipité l'alumine, la chaux et la magnésie, conservait encore une teinte jaune très-prononcée. L'acide chlorhydrique concentré et bouillant dissout avec l'alumine, du peroxyde de fer et de la chaux en quantité notable, des traces seulement de magnésie et d'alcali et de l'acide titanique en proportion sensible. Le résidu insoluble, traité par la soude liquide, laisse une partie inattaquée. Quand on traite la matière β par une dissolution de soude, celle-ci lui enlève une proportion très-notable d'alumine.

Pour analyser cette matière, j'en ai pris $1^{g},708$ que j'ai calcinée assez fortement. Elle est devenue d'un gris foncé, résultat dû sans doute à la réduction de l'oxyde de fer par la matière organique. Le grillage lui a fait prendre une teinte briquetée très-claire. On a pesé le produit, puis on l'a fondu avec 5 gr. de carbonate de soude. On a repris par l'eau et l'acide chlorhydrique et séparé la silice en évaporant fortement à sec à deux reprises avec de l'acide chlorhydrique, et reprenant finalement par de l'acide chlorhydrique concentré. On a filtré et pesé la silice obtenue (A).

La liqueur (B), séparée de la silice par la filtration, a été précipitée par l'ammoniaque. On a eu un dépôt abondant d'alumine à peine colorée

par du peroxyde de fer : on l'a filtré. Ce précipité a été redissous sur le filtre par de l'acide chlorhydrique étendu, et la liqueur traitée par de la soude caustique en excès pour redissoudre l'alumine. On a filtré sur le même filtre que précédemment. L'alumine a été séparée par le moyen ordinaire de la liqueur alcaline; je me suis assuré qu'elle ne contenait pas de titane. Le précipité de peroxyde de fer obtenu sur le filtre, pouvait retenir un peu de carbonate de chaux et de la magnésie. On l'a redissous dans l'acide chlorhydrique faible et précipité par l'ammoniaque. La liqueur filtrée a été réunie à la liqueur (B), d'où l'on avait précipité le fer et l'alumine par l'ammoniaque. Quant au peroxyde de fer, après l'avoir calciné et pesé, je l'ai traité par l'acide chlorhydrique concentré qui a laissé une petite quantité d'une matière blanc jaunâtre, qui a été pesée et que j'ai reconnue au chalumeau comme étant de l'acide titanique à peu près pur.

Dans la liqueur B on a séparé la chaux et la magnésie successivement par l'oxalate et le phosphate d'ammoniaque.

La silice (A) ne se dissolvant pas entièrement dans la soude liquide, on a pris le faible résidu insoluble qu'elle a laissé, et on l'a fondu de nouveau avec du carbonate de soude, puis on a repris par l'acide chlorhydrique en concentrant sans évaporer tout à fait à siccité. On a séparé la silice, puis on a précipité la liqueur par l'ammoniaque. L'alumine obtenue a été calcinée et pesée, puis on l'a traitée par l'acide chlorhydrique concentré, qui a laissé un peu d'acide titanique et de silice. — La liqueur ammoniacale ne contenait ni chaux, ni magnésie.

Pour doser les alcalis, une certaine quantité de

matière a été traitée par l'acide chlorhydrique, mais on n'a dosé, dans cette expérience, que les chlorures alcalins, qu'on a séparés par le chlorure de platine. On avait préalablement précipité, par le carbonate d'ammoniaque, la liqueur provenant de l'attaque. Quant à la magnésie, elle a été séparée des alcalis par le même procédé que tout à l'heure, au moyen de l'acétate de baryte.

Voici les résultats réunis des deux analyses :

		Oxyg.
Perte au feu (eau et matière organique). .	16,4	14,7
Silice.	36,1	18,8
Alumine.	30,5	14,2
Chaux.	8,9	2,5
Peroxyde de fer.	4,3	1,3
Magnésie.	0,6	0,2
Potasse.	0,7	0,1
Soude.	1,0	0,3
Acide titanique.	0,6	
	99,2	

Dans une troisième analyse, j'ai attaqué la substance par l'acide chlorhydrique concentré, évaporé à sec et filtré. Le résidu calciné, après avoir été traité par une dissolution alcaline, représentait les 0,238 du poids de la matière. Ce résidu a été attaqué par le carbonate de soude. Voici la composition des deux parties.

	Partie soluble. (0,762).		Partie insoluble. (0,238).
Silice.	29,0	Silice.	62,4
Alumine.	31,1	Alumine.	26,4
Chaux.	11,8	Chaux.	traces.
Peroxyde de fer. .	5,2	Peroxyde de fer.	4,0
Magnésie.	0,9	Magnésie.	traces.
Potasse.	0,6	Acide titanique. .	2,6
Soude.	0,8	Alcalis et perte. .	4,6
Acide titanique. .	traces.		
Eau, matière organique et perte.	20,5		100,0
	100,0		

Les analyses qui précèdent montrent qu'il y a une très-grande différence de composition entre le basalte intact et le produit de son altération. L'alumine et l'eau sont en proportions beaucoup plus grandes, par rapport aux autres éléments, dans la roche altérée que dans la roche intacte. Si l'alumine a été entraînée par le fait de la décomposition, cela n'a pu avoir lieu qu'en proportion très-faible par rapport aux autres bases enlevées. Tout porte à croire que l'alumine du basalte se retrouve en entier dans le produit de la décomposition. Nous jugerons très-bien le résultat de celle-ci en rapportant la composition des deux matières à une proportion constante d'alumine, 100 par exemple, ce qui donnera :

	Basalte non altéré.	Basalte décomposé.
Alumine	100,0	100,0
Silice	347,5	118,3
Chaux	55,1	29,2
Peroxyde de fer (déduit du protoxyde)	138,7	14,1
Magnésie	52,8	1,9
Potasse	13,4	2,3
Soude	20,3	3,3
Eau	37,0	55,1
	764,8	324,2

Cette comparaison montre que dans l'acte de la décomposition, il y a fixation d'eau, mais que tous les autres éléments, sauf l'alumine, ont été entraînés en proportion plus ou moins grande. Les 96/100 de la magnésie, les 9/10 du fer, les 5/6 des alcalis, les 2/3 de la silice, la moitié de la chaux ont été séparés; plus des 57/100 du poids du basalte ont disparu.

Il est bien probable qu'une décomposition complète séparerait le reste des bases autres que l'a-

lumine avec une nouvelle proportion de silice, et conduirait à un silicate alumineux de la formule AS + aq, formule qui serait la même que celle admise généralement pour le kaolin à l'état de pureté.

La disparition presque complète de la magnésie justifie la remarque que j'ai présentée plus haut relativement à la décomposition du péridot. Cet élément du basalte paraît être entraîné en entier dans la décomposition de la roche.

Walmstedt avait déjà analysé (*Annalen der phys. und chem.*, 1825, n° 6) des cristaux de péridot désagrégés et en voie de décomposition, et il leur avait trouvé une composition fort peu différente de celle du péridot non altéré. Le résultat de Walmstedt s'explique aisément d'après ce qui précède. La décomposition du péridot dans le basalte de Crouzet est accompagnée de la dissolution de tous les éléments qui constituent ce minéral, et le résidu doit donc avoir toujours à peu près la même composition que le minéral non altéré.

La chaux est de toutes les bases contenues dans le basalte de Crouzet, celle qui paraît être entraînée le plus difficilement. Elle se trouve certainement en combinaison avec la silice et l'alumine dans le produit de la décomposition, et non à l'état de carbonate, car l'acide nitrique ne produit pas d'effervescence et ne dissout à froid presque que de l'alumine et seulement des traces de chaux. Il me paraît probable que cette combinaison de silice, d'alumine et de chaux n'aurait été elle-même que *transitoire*, et que la chaux aurait fini par être enlevée en totalité.

La suroxydation du fer paraît précéder son entraînement. La couche peu épaisse d'un rouge

ocreux qui se trouve entre le basalte intact et la croûte extérieure correspond à cette phase de la décomposition. La disparition du fer est très-probablement liée à la présence de la matière organique qui se trouve dans la croûte extérieure. On sait effectivement que les matières organiques en décomposition dans un terrain ferrugineux peuvent transformer le peroxyde de fer en protoxyde, et former avec ce dernier un sel soluble dans les eaux qui filtrent à travers le sol. Quand ces dissolutions ferrugineuses arrivent au contact de l'air, elles absorbent de l'oxygène, et du peroxyde de fer se dépose. Ce phénomène peut s'observer dans tous les terrains boisés dont le sol est argilo-ferrugineux. Toutes les coupures faites dans le terrain laissent suinter à certaines époques de l'année des filets d'eau ferrugineuse. Quand ce phénomène a lieu sur une grande échelle, on voit se former de véritables minerais de fer. Les minerais des marais de la Lusace, les minerais des lacs de la Suède paraissent être le produit d'une réaction analogue à celle que je viens d'indiquer; et leur formation se continue à l'époque actuelle.

Basalte de Polignac.

Le morceau que j'ai examiné avait été détaché d'une roche basaltique située très-près de l'église du village de Polignac (Haute-Loire). L'intérieur avait une couleur d'un gris bleuâtre, et renfermait des cristaux visibles de fer oxydulé dont quelques-uns étaient recouverts déjà d'une légère couche

(1) Voir une notice publiée par M. Kindler, Ann. de Pogg., 1836, n° 1.

ocreuse. En examinant sa poussière au microscope, on reconnaît qu'elle est formée d'une pâte vitreuse transparente au milieu de laquelle sont disséminés quelques cristaux noirs paraissant appartenir à l'augite. Ce basalte agit sur l'aiguille aimantée. Il se désagrége facilement, et cette circonstance porterait à croire qu'il a déjà éprouvé un commencement d'altération.

La partie du basalte exposée à l'air était visiblement altérée sur 1 millimètre environ d'épaisseur, et transformée en une substance blanche très-tendre, facile à détacher avec un couteau, mais dans laquelle on distinguait encore avec la loupe des lamelles cristallines semblables à celles de la partie centrale.

a. Partie non décomposée.

Deux analyses ont été faites de cette roche, l'une au moyen du carbonate de soude, l'autre au moyen de l'acide fluorhydrique. Dans celle-ci, on n'a dosé que les alcalis. Voici les résultats, le fer ayant été supposé à l'état de protoxyde.

		Oxygène.	
Perte au feu. . . .	3,7	»	
Silice.	53,0	27,5	
Alumine.	18,0	8,4	
Protoxyde de fer.	9,5	2,1	6,64
Chaux.	6,8	1,9	
Magnésie.	3,5	1,4	
Potasse.	2,7	0,45	
Soude.	3,1	0,79	
Acide titanique. .	traces.		
	100,3		

Il est probable que l'élément feldspathique de

ce basalte est de l'oligoclase (K. Na. Mg.) A^3. S^9. associé avec du pyroxène et du fer oxidulé. Toutefois l'état de la roche déjà un peu altérée permet quelques doutes à ce sujet.

β. Partie décomposée.

On l'a analysée par les mêmes moyens que la substance *α*, en l'attaquant la première fois par le carbonate de soude, et en ne dosant que les alcalis dans la seconde analyse faite au moyen de l'acide fluorhydrique. La calcination a fait prendre à cette matière une teinte un peu rougeâtre. En la chauffant dans un tube fermé par un bout, elle donne une odeur faiblement empyrameutique. Voici les résultats de cette analyse :

		Oxygène.	
Perte au feu. . . .	3,5	»	
Silice.	58,1	30,2	
Alumine.	22,6	10,6	
Peroxyde de fer. .	4,0	1,2	
Chaux.	2,9	0,80	3,0
Magnésie.	2,2	0,90	
Potasse.	2,3	0,4	
Soude.	3,7	0,9	
	99,3		

Si l'on compare ces résultats avec ceux obtenus pour la substance *α*, on remarquera immédiatement que la silice et l'alumine sont les seuls éléments qui se trouvent en plus forte proportion dans la roche altérée que dans la roche intacte. Nous pourrons au reste rapporter la composition des deux parties de la roche à la même proportion d'alumine. On trouve en faisant cette comparaison :

	Roche non altérée.		Roche décomposée.
Alumine.	100,0		100,0
Silice.	294,3		257,1
Chaux.	37,6		12,8
Magnésie.	19,5		9,7
Protoxyde de fer. .	52,7	Peroxyde. .	17,7
Alcalis.	32,3		26,8
Eau.	20,3		15,5
	556,7		439,6

On voit ici, de même que pour le basalte de Crouzet, qu'une fraction considérable des bases autres que l'alumine a disparu par le fait de la décomposition, avec une certaine quantité de silice. On peut remarquer que la proportion des alcalis a été peu diminuée, ce qui prouve que la décomposition de l'élément pyroxénique a précédé celle de l'elément feldspathique. Celui-ci paraît être encore presque intact dans la matière blanche, d'un aspect un peu nacré, qui forme la partie altérée de la roche.

Il est à remarquer que la chaux s'est séparée ici en proportion beaucoup plus grande que dans la décomposition du basalte de Crouzet, et que c'est tout le contraire pour la magnésie. Il est probable que la partie feldspathique contient beaucoup de magnésie, et que la chaux se trouve surtout dans l'élément pyroxénique.

L'entraînement du fer paraît encore dû à la présence de la matière organique qu'on peut reconnaître dans la partie décomposée de la roche en la traitant par une lessive alcaline. La liqueur se colore en jaune en dissolvant une petite proportion de silice et d'alumine. En saturant la dissolution par l'acide chlorhydrique, elle reste jaune, et quand on évapore à siccité pour séparer la silice, celle-ci se

colore en noir. Le résidu insoluble dans la lessive alcaline contient de l'hydrate de peroxyde de fer qui colore le filtre, en sorte que le fer était très-probablement combiné avec la matière organique que l'alcali a dissoute.

Basalte du Kammer-Bull près Eger (Bohême).

Le mode de décomposition de cette roche est celui qui paraît se présenter le plus fréquemment et sur la plus grande échelle avec les basaltes. Elle commence par se diviser en boules d'un diamètre plus ou moins considérable qui se séparent de la masse principale et continuent ensuite à se décomposer sur toute leur surface extérieure. M. Debette, ingénieur des mines, a recueilli sur place une de ces boules de la grosseur des deux poings, avec un échantillon de la roche non altérée, et a bien voulu les mettre à ma disposition.

La roche basaltique non altérée est noire, très-dure, un peu magnétique. Sa poussière est d'un gris foncé. En examinant ce basalte au microscope ou même avec une forte loupe, on y reconnaît distinctement trois espèces de cristaux : les uns vitreux, transparents et incolores, dont les formes sont très-peu nettes et qui appartiennent vraisemblablement, comme on le verra d'après l'analyse de la roche, soit au labrador, soit à une espèce zéolitique. 2° Des cristaux noirs, allongés, ressemblant à de l'augite; 3° enfin des grains cristallins, d'un jaune verdâtre, analogues au péridot.

La boule qui provient de la décomposition du basalte se montre de plus en plus altérée à mesure qu'on approche de sa surface. La partie centrale est d'un gris noirâtre, d'un aspect déjà un peu terreux. On y reconnaît facilement au microscope

les trois matières distinctes qu'on trouve dans la roche non altérée. Seulement la partie vitreuse et incolore a pris un aspect laiteux et des formes tout à fait indéterminées. La roche agit encore sensiblement sur le barreau aimanté. Elle est devenue friable et s'écrase aisément dans le mortier d'agate. Sa poussière est grise, mais d'un gris moins foncé que celle provenant de la roche non altérée.

La partie extérieure de la boule était formée d'une matière d'un blanc grisâtre parsemée de points d'une couleur un peu plus foncée. On n'y distinguait plus au microscope ni cristaux noirs ni grains de peridot. Cette partie de la roche se lie par des passages graduels et insensibles à la matière qui forme le centre de la boule.

Enfin, cette partie blanchâtre était recouverte çà et là d'une couche très-peu épaisse, de 1 mill. au plus, d'une matière jaune verdâtre, onctueuse au toucher, se laissant racler avec facilité, et présentant tous les caractères extérieurs de la *nontronite*. Cette substance forme comme un enduit à la surface de la roche altérée; elle ne se lie pas avec elle par des passages insensibles.

J'ai examiné séparément la roche intacte et les diverses substances qui proviennent de son altération graduelle.

α. *Basalte non altéré.*

Deux analyses ont été faites de cette roche : l'une en attaquant 1gr,310 par 5 gram. de carbonate de soude, l'autre en en traitant 1gr,937 par l'acide fluorhydrique. J'ai opéré dans les deux cas de la même manière que dans l'examen du basalte de Crouzet.

J'ai cherché en outre à déterminer la propor-

tion des éléments solubles dans les acides, et particulièrement celle du fer oxydulé qui se trouve disséminé dans la roche. J'ai opéré de la manière suivante : 2 grammes de basalte porphyrisés ont été introduits dans un ballon contenant de l'acide chlorhydrique pur et bouillant, et on a maintenu l'ébullition pendant un quart d'heure. Au bout de ce temps, on a rempli le ballon aux trois quarts d'eau bouillante, puis on a fait arriver simultanément dans la liqueur un courant d'acide sulfureux produit en chauffant une dissolution saturée de ce gaz, et de l'acide carbonique pour empêcher l'air extérieur de pénétrer dans le ballon. La liqueur qui était jaune s'est décolorée au bout de quelques minutes. On a fait bouillir pour chasser l'excès d'acide sulfureux, on a filtré et précipité l'acide sulfurique par le chlorure de baryum. Le poids du sulfate de baryte obtenu a permis de calculer la quantité de peroxyde de fer dissoute par l'acide chlorhydrique, et par suite le fer oxydulé contenu dans la roche. Le résidu inattaqué par l'acide chlorhydrique ne renfermait plus de parcelles attirables à l'aimant.

Après avoir séparé le sulfate de baryte de la liqueur chlorhydrique, on a évaporé celle-ci à sec pour rendre insoluble une petite quantité de silice. On a filtré et précipité l'excès de baryte par l'acide sulfurique ; le reste de l'analyse a été conduit comme à l'ordinaire. Quant au résidu inattaqué par l'acide chlorhydrique, on l'a calciné et pesé, puis fait bouillir avec une solution de soude caustique. Le résidu insoluble pesé a été fondu avec du carbonate de soude, et analysé comme je l'ai indiqué plus haut.

Voici les résultats des deux analyses faites au

moyen de l'acide fluorhydrique et du carbonate de soude. J'ai fait entrer dans ces résultats la proportion de peroxyde de fer trouvé par l'acide sulfureux.

	1° Analyse sur 1g,037 par l'acide fluorhydrique.	2° Analyse sur 1g,310 par le carbonate de soude.	Moyenne.	Oxyg.
Perte au feu. . .	»	4,4	4,4	3,90
Silice et traces d'acide titanique.	»	44,4	44,4	23,09
Alumine.	2,1	12,3	12,2	5,70
Chaux.	11,6	11,0	11,3	3,22
Magnésie. . . .	8,9	9,3	9,1	3,52
Peroxyde de fer.	3,5	3,5	3,5	1,05
Protoxyde de fer.	11,8	12,4	12,1	2,68
Potasse.	0,8	»	0,8	0,13
Soude	2,7	»	2,7	0,69
			100,5	

Au lieu de 3,5 de peroxyde, et de 12,1 de protoxyde de fer, il convient d'admettre plutôt les proportions équivalentes de 5,1 de fer oxydulé ($Fe^2O^3 . FeO$), et de 10,5 de protoxyde. Quant aux autres éléments, on verra, d'après le rapport des quantités d'oxygène des bases à celle de la silice, qu'on pourrait représenter la roche par un mélange de labrador, d'augite et de péridot, mais il faudrait ici faire abstraction de l'eau, qui entre probablement dans la constitution d'un minéral zéolitique.

L'action de l'acide chlorhydrique sur le basalte ne permet pas de séparer nettement la partie feldspathique ou zéolitique du pyroxène et du péridot. Voici les résultats qu'elle a donnés.

	Partie soluble de la roche (0,648 du poids total).	Partie insoluble (0,352).
Eau.	6,8	»
Silice.	41,8	45,5
Alumine.	14,0	8,6
Chaux.	4,2	21,8
Protoxyde de fer.	12,3	11,2
Fer oxydulé ($Fe^2O^3 . FeO$).	7,9	»
Magnésie.	8,3	11,2
Alcalis et perte.	7,2	»
	100,0	100,3

Il est bien probable qu'une plus longue ébullition avec l'acide chlorhydrique aurait diminué le poids de la partie insoluble, comme cela est arrivé pour le basalte de Crouzet. La magnésie et surtout la chaux se concentrent dans le résidu insoluble, mais l'alumine s'y trouve encore en proportion beaucoup trop considérable pour qu'on puisse admettre que tout l'élément feldspathique a été attaqué par l'acide chlorhydrique.

β. *Basalte dans la première période de sa décomposition.*

Cette matière, qui se trouve au centre des boules formées par le basalte en se décomposant, a pris un aspect un peu terreux : les cristaux de péridot ont une légère teinte ocreuse. La couleur grise de la roche passe par calcination au gris rougeâtre. Elle ne produit aucune effervescence quand on la traite par les acides.

J'ai fait deux analyses directes de cette roche, l'une par le carbonate de soude, l'autre par l'acide fluorhydrique. J'ai déterminé aussi la nature des principes solubles dans l'acide chlorhydrique et la proportion de peroxyde de fer, en opérant comme

sur la roche non altérée. Voici les résultats obtenus.

	1re analyse par le carbonate de soude sur 1g.464.	2e analyse par l'acide fluorhydrique sur 1g,348.	Moyenne.
Eau.	9,5	»	9,5
Silice et traces de titane.	43,0	»	43,0
Alumine.	14,0	13,8	13,9
Protoxyde de fer.	12,7	13,7	13,2
Chaux.	11,9	12,3	12,1
Magnésie.	7,5	7,1	7,3
Alcalis.	»	0,4	0,5
			99,5

D'après le poids du sulfate de baryte obtenu dans l'attaque par l'acide chlorhydrique, on trouve qu'il y a 5,4 p. 100 de peroxyde de fer, en sorte qu'au lieu de 13,2 de protoxyde indiqué dans l'analyse précédente, on doit admettre dans la matière 5,4 de peroxyde et 8,3 de protoxyde.

1g,813 de la même substance ont été attaqués pendant un quart d'heure par l'acide chlorhydrique bouillant. Les liqueurs et le résidu insoluble ont été analysés comme je l'ai indiqué tout à l'heure; la proportion des matières enlevées par l'acide chlorhydrique et la lessive alcaline, a été de 0,637, le résidu insoluble de 0,363; on a obtenu pour leur composition :

	Partie soluble (0,637 du poids total).	Partie insoluble. (0,363 du poids total).
Perte au feu.	14,9	»
Silice.	41,1	46.3
Alumine.	16,0	8,9
Peroxyde de fer. . . .	8,5	»
Protoxyde de fer. . . .	6,6	11,5
Chaux.	6,1	23.2
Magnésie.	5,8	10,0
Alcalis.	non dosé.	»
	99,0	99,9

Les résultats de l'attaque chlorhydrique par l'acide sont bien comparables à ceux fournis par la roche non altérée. La partie insoluble dans l'acide chlorhydrique paraît posséder dans les deux cas une composition presque identique, ce qui semble prouver que le pyroxène et le péridot n'ont pas encore éprouvé d'altération dans cette première phase de la décomposition.

γ. Basalte dans la deuxième période de la décomposition.

Deux analyses ont été faites de la substance blanchâtre qui forme la partie extérieure des boules, l'une par le carbonate de soude, l'autre par l'acide fluorhydrique; celle-ci n'a donné que des traces très-faibles d'alcali. On a trouvé, dans cette analyse, une quantité sensible d'acide titanique, qu'on a séparée du peroxyde de fer après la précipitation par l'ammoniaque et l'enlèvement de l'alumine par la lessive alcaline.

La matière γ, attaquée par l'acide chlorhydrique, n'a pas produit d'effervescence. Tout le fer se trouvait à l'état de peroxyde dans la dissolution. — Par calcination, la substance devient rougeâtre en perdant une fraction très-notable de son poids.

	Analyse sur 1g,506 par le carbonate de soude.	Analyse sur 1g,195 par l'acide fluorhydrique.	Moyenne.
Perte au feu. . . .	20,4	»	20,4
Silice.	42,5	»	42,5
Alumine.	17,8	18,0	17,9
Peroxyde de fer. .	11,2	11,8	11,5
Chaux.	2,7	2,4	2,5
Magnésie.	3,3	3,3	3,3
Acide titanique. .	»	1,2	1,2
Alcalis.	»	0,2	0,2
			100,5

δ. Matière jaune verdâtre semblable à la nontronite.

Cette matière a perdu 21,4 de son poids par la calcination. En l'attaquant par l'acide chlorhydrique, elle a formé gelée et la liqueur tenait en dissolution beaucoup de peroxyde de fer, peu d'alumine et des traces seulement de chaux et de magnésie. Je n'ai pu du reste, faute d'un poids suffisant de cette matière, en faire une analyse exacte, mais la perte au feu et les expériences qualitatives qui précèdent, suffisent pour la rapprocher de la *nontronite* à laquelle elle se rapporte également par ses caractères physiques.

ε. On trouve encore au Kammerbull, en relation évidente avec le basalte, souvent à la surface de la roche, une matière amorphe, d'un blanc rougeâtre ou verdâtre, fendillée en plusieurs sens et facile à écraser sous le pilon. Elle contient :

Eau	1,8
Silice	94,9
Alumine	1,2
Peroxyde de fer	2,1
Chaux, magnésie	traces.
	100,0

Cette matière, bouillie avec une lessive alcaline, ne lui a cédé que 5 à 6 pour 100 de son poids, même après avoir été préalablement traitée par l'acide chlorhydrique. Son aspect est assez semblable à celui d'un précipité gélatineux desséché. Il est remarquable que la silice soit ici à l'état de la modification insoluble dans les alcalis.

Nous pouvons maintenant comparer les pro-

duits de l'altération du basalte (β. γ.) à la roche elle-même, en rapportant chacun des éléments à la même quantité d'alumine que je représenterai par 100. On aura ainsi :

	Basalte non altéré. α.	Basalte au centre des boules. β.	Partie extérieure des boules. γ.
Alumine.	100	100	100
Silice.	364	309	237
Chaux.	93	87	14
Magnésie.	76	52	19
Peroxyde de fer. .	29	39	64
Protoxyde de fer. .	99	60	»
Potasse.	6	4	1
Soude.	22		
Eau.	36	68	114
	825	719	549

Dans la première période de la décomposition, on voit que le basalte a perdu la presque totalité des alcalis avec une certaine quantité de silice, de magnésie et d'oxyde de fer. Bien qu'une portion très-notable du fer ait déjà disparu, on trouve que la proportion du peroxyde de fer s'est sensiblement augmentée, ce qui prouve qu'il y a eu à la fois suroxydation et entraînement au dehors du métal. Une certaine quantité d'eau est entrée dans la constitution de la roche.

Dans la deuxième période de la décomposition, la majeure partie de la chaux et de la magnésie se séparent avec une fraction très-notable de la silice et du fer. Celui-ci reste en partie dans la roche à l'état de peroxyde en combinaison avec la silice, et non à l'état d'hydrate isolé, comme le prouve la couleur de la matière; une nouvelle quantité d'eau est entrée en combinaison.

Ainsi, la première période de la décomposition

correspond à l'entraînement des alcalis, c'est-à-dire à la destruction de l'élément feldspathique ou zéoli.ique; la seconde correspond à l'altération du pyroxène et du péridot, qui perdent une partie de leur silice et la majeure partie de leurs bases.

L'alumine est le seul élément permanent; l'eau est le seul élément dont la proportion s'accroisse.

L'entraînement de la silice est moins sensible ici que dans le cas du basalte de Crouzet, sans doute à cause de la formation d'un silicate de peroxyde de fer, combinaison éphémère qui sera détruite bientôt sous l'influence de la végétation ou de matières organiques en décomposition. Les silicates d'alumine sont au contraire tout à fait permanents. La chaux et la magnésie qui sont dans le résidu de la décomposition, s'y trouvent aussi dans un état de combinaison peu stable, que l'action prolongée des mêmes agents finirait probablement par détruire complétement.

Quant aux produits accessoires dont j'ai signalé la présence, soit à la surface des boules du basalte en décomposition, comme la nontronite, soit seulement en relation avec la roche, comme la silice presque pure, dont j'ai donné tout à l'heure l'analyse, ils paraissent avoir été formés par les éléments, qui, après avoir quitté la roche, se sont précipités de nouveau du sein du dissolvant qui entraînait les produits solubles de la décomposition du silicate.

Résumé.

On peut résumer ainsi qu'il suit les principaux résultats des recherches qui précèdent sur la décomposition des silicates par les agents atmosphériques. Ces principes sont complétement indépendants de toute hypothèse sur les causes pre-

mières de l'altération et sur le rôle des agents qui la produisent.

1° Dans la décomposition des silicates contenant de la chaux, de la magnésie, des protoxydes de fer et de manganèse sans alumine, on trouve constamment que la silice, la chaux et la magnésie sont éliminées et tendent à disparaître complétement par le fait de la décomposition. Mais tantôt le fer et le manganèse restent dans le résidu de la décomposition à un état d'oxydation supérieur au protoxyde (bisilicate de manganèse, bustamite), tantôt ils disparaissent comme les autres bases (péridot, augite des basaltes d'Auvergne).

2° Dans la décomposition des silicates contenant de l'alumine et des alcalis avec ou sans les autres bases, l'expérience prouve que l'alumine se concentre dans le produit de la décomposition en retenant une portion de la silice et fixant une certaine quantité d'eau, et que les autres bases sont entraînées avec une grande partie de la silice. Le produit final de la décomposition se rapproche de plus en plus d'un silicate d'alumine hydraté.

Ce principe comprend comme cas particulier la décomposition du feldspath et sa transformation en kaolin.

Des actions chimiques auxquelles on peut attribuer la décomposition des silicates.

Nous pouvons maintenant chercher à apprécier les influences sous lesquelles les silicates se décomposent, et à déterminer en même temps dans quel état de combinaison sont entraînés les éléments qui disparaissent.

Je n'ai pas l'intention de parler ici des relations de contact considérées comme la cause première de la décomposition des roches. Je n'aurais aucun fait à ajouter à ceux qui ont été signalés par M. Al. Brongniart dans son important travail sur le gisement des kaolins(1). D'après ce célèbre géologue, les gîtes de kaolin les plus considérables sont constamment associés à des roches ferrugineuses également décomposées. Les courants électriques résultant du contact de ces roches hétérogènes ont pu en déterminer et en accélérer l'altération. En décomposant du feldspath par la pile voltaïque, et même par de l'électricité à faible tension, M. Brongniart a fourni un remarquable appui à cette hypothèse. Toutefois, quand des roches se décomposent à l'air sur de grandes étendues de terrain, comme cela arrive souvent pour les granites, les basaltes et d'autres roches, il ne paraît pas que des relations de contact soient nécessaires pour que la décomposition ait lieu. Au reste, les considérations que je vais exposer sont indépendantes de l'existence de cette cause première.

La décomposition du feldspath est le seul fait dont les chimistes et les minéralogistes se soient beaucoup occupés. Les importants usages du produit de cette décomposition expliquent facilement l'intérêt qui s'attachait à l'explication de son origine. On a cru d'abord que le kaolin ne différait du feldspath que par la soustraction de l'alcali. M. Berthier a prouvé le premier ce fait très-important, qu'une

---

(1) Archives du Muséum, t. I, 1839,
Id. t. II, 1841.

portion considérable de la silice était entraînée en même temps que l'alcali. M. Berthier admettait que le feldspath KA^3S^{12} se dédoublait en KS^9, qui était entraîné par l'eau, et en A^3S^3 qui restait. Dans les travaux qui ont été publiés depuis sur ce sujet par M. Forchammer et par MM. Brongniart et Malaguti, on a constamment admis que l'entraînement de la silice était la conséquence de la présence de l'alcali et de la solubilité du silicate alcalin qui se séparait. Les recherches que je viens d'exposer ont montré que des silicates sans alcali se décomposent aussi facilement que les espèces feldspathiques, quelquefois même avant elles, et que l'entraînement de la silice est dans certains cas beaucoup plus complet que dans le kaolin. La séparation de la silice peut donc être tout à fait indépendante de la présence des alcalis.

Action de l'acide carbonique avec ou sans le concours de l'oxygène.

M. Fournet a proposé (1), dans un travail fort intéressant sur la transformation des roches en kaolin, une autre explication que les faits précédents me font regarder comme plus probable. M. Fournet considère l'acide carbonique comme l'agent de la formation des kaolins. On peut admettre, sans que cela contrarie en rien ce que nous savons des affinités chimiques des corps qui sont en présence, que l'oxygène et l'acide carbonique ont produit la décomposition de tous les silicates dont je me suis occupé dans ce mémoire. La silice est très-soluble dans de l'eau contenant des carbonates alcalins ; elle est sensiblement soluble dans l'eau pure et dans l'eau chargée d'acide carbonique. La chaux et surtout la magnésie sont aussi très-sensiblement solubles dans ce dernier dissolvant.

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, t. 55, p. 225 (183).

On conçoit donc facilement que sous l'influence prolongée d'un liquide chargé d'acide carbonique, comme le sont toutes les eaux qui filtrent dans l'intérieur du sol jusqu'à de grandes profondeurs, les silicates puissent se décomposer et se dissoudre.

Il est facile de prouver que cette dissolution de tous les éléments du silicate doit être accompagnée de la formation de bicarbonates et de silice gélatineuse. L'acide carbonique, en effet, décompose immédiatement les silicates solubles; or, dans toutes les eaux qui filtrent à travers le sol, l'acide carbonique est en grand excès par rapport à la silice. En outre, et cette circonstance me paraît décisive, on trouve dans toutes les eaux minérales de la silice et des carbonates, jamais de silicates; et l'évaporation de ces eaux ne donne jamais qu'un mélange de carbonates et de silice, bien que la silice se trouve ici dans les circonstances les plus favorables pour rentrer en combinaison, puisque l'excès d'acide carbonique disparaît par le fait de l'évaporation à siccité.

Quant au fer et au manganèse, il est évident qu'ils doivent rester à l'état de suroxydes, si le liquide qui produit la décomposition lente du silicate est chargé d'oxygène; dans le cas contraire, ils pourront être entraînés à l'état de carbonates. On sait que les eaux minérales contiennent souvent des quantités considérables de carbonate de fer.

L'alumine ne forme pas de combinaison avec l'acide carbonique et ne se dissout pas dans l'eau qui en est chargée; on n'en rencontre presque jamais, et seulement des traces très-faibles dans toutes les eaux minérales; d'un autre côté, cette base possède pour la silice une affinité telle que les

silicates d'alumine ne se laissent décomposer qu'incomplétement par les acides ou par les dissolutions alcalines. Elle devra donc rester dans tous les cas comme résidu de la décomposition, mais en retenant une certaine proportion de silice, et formant une *argile*.

L'acide carbonique et l'oxygène ne me paraissent pas cependant les seuls agents qui puissent produire la décomposition des silicates.

Je fais abstraction ici des décompositions produites par des causes accidentelles ou locales, telles que celles dues aux eaux acides ou vitrioliques dans certaines localités ou dans l'intérieur des mines.

Action des matières organiques.

L'action des matières organiques, soit pendant la croissance des végétaux, soit pendant leur décomposition, contribue vraisemblablement à la décomposition des silicates. On sait que certains éléments minéraux, la silice, les bases alcalines et terreuses, le fer et le manganèse sont essentiels à la constitution des végétaux. On sait aussi que l'alumine ne se trouve jamais dans les cendres ou ne s'y trouve qu'en proportion extrêmement petite. C'est en dissolution dans la séve que tous ces éléments minéraux pénètrent dans le végétal. On peut bien admettre que les racines de celui-ci puissent produire ou accélérer la décomposition des silicates avec lesquels elles sont en contact. D'un autre côté, la décomposition des matières organiques dans le sol exerce, comme nous l'avons vu déjà, une action dissolvante sur plusieurs des matériaux qui entrent dans sa composition, particulièrement sur ses éléments ferrugineux, et il est probable que des acides organiques autres que l'acide carbonique concourent à cette réaction.

Cette question que je me contente d'indiquer se lie à une autre d'un grand intérêt, la formation de la terre végétale et ses relations de composition avec la roche sur laquelle elle repose. Tout porte à croire que l'élément minéral de la terre végétale, est dans la plupart des cas, le produit de la décomposition du sol situé au-dessous. Les terres végétales qui reposent sur des basaltes ou des laves, sont en Auvergne, d'après M. Fournet, beaucoup plus fertiles que celles du granite ou du gneiss. Les basaltes renferment en effet toutes les bases que l'on trouve dans les cendres, des traces notables d'acide phosphorique, et la décomposition de la roche permet facilement aux végétaux de s'assimiler ses éléments. Je me propose d'étudier cette question en continuant ces recherches.

nfluence des nomènes de nitrification.

Les phénomènes de la nitrification ne sont sans doute pas non plus sans influence sur la décomposition des roches silicatées.

On sait que les nitrates se produisent spontanément dans les climats chauds sur de grandes étendues de terrain. En Afrique, en Espagne, en Perse, on cite des plaines entières où le nitrate de potasse vient cristalliser, lors des sécheresses, à la surface du sol. La présence des nitrates de chaux et de magnésie n'a pas été constatée dans les mêmes circonstances, sans doute à cause de la grande solubilité de ces sels. Le nitrate d'ammoniaque contenu dans les pluies d'orage est probablement l'agent de la nitrification. Qu'il réagisse directement sur les silicates désagrégés ou bien sur les carbonates déjà produits par leur décomposition, le résidu sera toujours une argile et du peroxyde de fer.

Les différentes causes que je viens d'indiquer contribuent vraisemblablement toutes les trois, dans une certaine mesure, et avec une intensité variable suivant les localités, à la décomposition des silicates. Il en résulte des sels solubles que les eaux entraîneront dans le réservoir commun.

Sur la nature des terrains formés par les produits de la décomposition des silicates.

Il est facile maintenant de saisir la liaison qui existe entre les faits qui précèdent et les considérations que j'ai développées au commencement de ce mémoire, sur la composition chimique comparée des terrains.

Quel que soit le mode de combinaison des bases enlevées aux silicates, elles doivent produire en définitive, quand elles arrivent dans les eaux de la mer, les mêmes composés. Les carbonates terreux finiront par se déposer, ou seront absorbés par les animaux marins, mollusques ou zoophytes. Les carbonates alcalins, réagissant sur les sels calcaires contenus dans l'eau de la mer, en précipiteront une quantité proportionnelle de carbonate de chaux. Quant aux nitrates et aux sels organiques, on n'en a jamais trouvé de traces dans les eaux d'aucune mer ou d'aucun lac (1). Ce résultat montre, ce me semble, que ces sels se décomposent eux-mêmes dans l'eau de la mer, probablement sous l'influence des matières organiques, pour produire en dernier résultat des carbonates

(1) Il faut en excepter le nitrate de soude du Pérou, qui s'est probablement formé par l'évaporation à siccité d'un lac dont les eaux se sont saturées de nitrates amenés par les affluents.

terreux, puisque l'acide carbonique est le seul acide libre à la surface du globe.

Le fer et le manganèse se sépareront aussi de leurs dissolutions sous l'influence de l'oxygène, à l'état de peroxydes hydratés. La silice qui a été dissoute dans la décomposition du silicate se déposera à son tour, soit spontanément, soit par l'intermédiaire de corps organisés. Quant au résidu de cette décomposition qui se composera d'argile plus ou moins ferrugineuse mêlée de quartz, si la roche non altérée en contenait, il sera entraîné à son tour, mais en vertu d'une action tout à fait mécanique, et viendra se déposer au fond d'une mer ou d'un lac, la plupart du temps en mélange avec quelques-uns des autres corps qui s'y précipitent par suite d'une action chimique. Chacun des affluents amenant des matériaux différents, les uns dissous, les autres de grosseur variable, entraînés mécaniquement, on conçoit très-bien la variété de nature et de composition qui en résultera dans les roches qui se déposeront au sein de la masse liquide. Je n'insiste pas plus longtemps sur ces rapprochements qui se déduisent, de la manière la plus naturelle, des résultats analytiques qui précèdent.

L'immense épaisseur des grès quartzeux et des argiles, dans toute la série des formations, accuse la décomposition d'une masse énorme de roches ignées (1). Faut-il considérer aussi la tota-

---

(1) M. Al. Brongniart, dans le travail cité plus haut sur le gisement des Kaolins, avait déjà énoncé comme une chose probable, que les argiles n'étaient que des mélanges d'une matière analogue au Kaolin avec d'autres matériaux d'une nature variable qui se déposaient simultanément dans le même bassin.

lité des carbonates de chaux et de magnésie des terrains de sédiment comme des produits de cette même décomposition? je ne le pense pas. La chaux n'existe pas en proportion assez considérable dans les silicates complexes des terrains plutoniques pour que nous soyons autorisés à considérer cette source de calcaire comme la seule, et il est fort probable que des masses de calcaire primitif enclavées dans des roches de cristallisation et dissoutes par des eaux minérales ont concouru à cette formation.

Je n'ai pas besoin d'ajouter que les terrains stratifiés déjà hors du sein des eaux ont dû contribuer, à toutes les époques géologiques, simultanément avec les roches ignées, à produire les formations nouvelles qui se déposaient dans les mers ou dans les lacs.

Des relations qui existent entre l'altération des silicates et la composition de l'air atmosphérique; examen général des causes qui tendent à modifier cette composition.

Il est une autre question fort importante pour l'histoire du globe, et qui se lie aussi d'une manière intime aux recherches qu'on vient de lire. Je veux parler des modifications qui peuvent être produites dans la nature de l'air atmosphérique par suite de la formation ou de la décomposition des terrains. Il est facile de voir que la décomposition des roches d'origine ignée tend constamment à séparer de l'air son oxygène et son acide carbonique, celui-ci par la formation des carbonates alcalins et terreux, l'autre

par la suroxydation du fer et du manganèse. Ces causes d'absorption de deux principes si essentiels à la vie organique agissent, il est vrai, avec lenteur, mais il n'est pas douteux que leurs effets, en s'accumulant pendant une longue suite de siècles, ne puissent amener des changements notables dans la composition de notre atmosphère, s'ils ne sont pas contre-balancés par des phénomènes physiques d'un ordre inverse. C'est par l'examen de ces réactions que je terminerai ce mémoire. J'espère montrer, par la discussion des causes qui tendent à modifier la composition de l'air, toute l'importance, sous ce rapport, des actions chimiques auxquelles prennent part les éléments minéraux de l'écorce solide du globe.

…es de dimi…n ou d'augm…tation dans …oportion d'a… carbonique.

L'acide carbonique entre, comme on sait, pour moins d'un demi-millième dans la composition de l'atmosphère. Personne n'ignore qu'il est décomposé par les végétaux vivants, et reproduit par les végétaux en décomposition ou par les animaux qui s'en nourrissent. Dans ce passage alternatif du carbone de l'état gazeux à l'état solide, de l'état solide à l'état gazeux, l'air contiendrait toujours la même proportion d'acide carbonique, si la masse du carbone entré dans la vie organique ne variait pas, si tous les êtres organisés subissaient, après leur mort, une décomposition complète, si, enfin, ce gaz n'était pas absorbé par les éléments minéraux du globe.

…rmation des …bustibles fos…

Or tous les végétaux ne restituent pas complétement leur carbone à l'atmosphère ; la formation des combustibles minéraux aux anciennes époques géologiques, celle des tourbières, à l'époque actuelle, prouvent cette soustraction du carbone.

Il reste dans l'air un volume d'oxygène égal au volume de l'acide carbonique décomposé.

Action de l'air sur les matières d'origine organique contenues dans les terrains.

L'action de l'air atmosphérique sur un grand nombre de terrains, tend à produire un résultat inverse du précédent. Je ne parlerai pas de l'emploi fait par l'homme des combustibles minéraux, emploi qui restitue à l'atmosphère une partie du carbone qui en avait été séparé à d'anciennes époques, mais je ferai remarquer qu'il existe du carbone à l'état de composé combustible, disséminé dans un grand nombre de couches de presque tous les terrains. La plupart des schistes, des marnes, des calcaires contiennent, des matières bitumineuses en quantités quelquefois considérables, et l'expérience nous apprend que, dans toutes les parties de ces couches exposées à l'air, jusqu'à une assez grande profondeur, la matière combustible a été enlevée sous l'action lente de l'atmosphère. On sait, par exemple, que presque toutes les couches de houille ont leurs affleurements en décomposition complète, et que le combustible qui s'y trouve a perdu presque tout son pouvoir calorifique. Cette formation d'acide carbonique produit une absorption d'oxygène (1).

Projection d'acide carbonique par les volcans.

La proportion d'acide carbonique de l'atmosphère se trouve augmentée par toutes les projections de ce gaz, qui ont lieu par les volcans, ou qui sont en rapport avec les phénomènes volcaniques. M. Boussingault a montré que les gaz des volcans des Andes étaient presque uniquement

---

(1) On sait, d'après les expériences de Saussure, que toutes les matières combustibles disséminées dans l'air se changent en acide carbonique au contact de l'oxygène et de matières organiques en décomposition.

formés d'acide carbonique, et il est probable qu'il en est de même pour les autres orifices volcaniques; on sait que les environs du Vésuve laissent dégager ce gaz en grande quantité. Cette émission de gaz provient sans doute de la décomposition de carbonates, sous l'influence de roches siliceuses et d'une haute température. S'il en est ainsi, on voit que la formation des silicates complexes des terrains volcaniques fournit à l'atmosphère de l'acide carbonique, qui plus tard sera absorbé, solidifié de nouveau dans la décomposition lente qu'ils subiront.

Causes de diminution ou d'augmentation dans la proportion d'oxygène.

Il me reste à indiquer les causes qui tendent à faire varier la proportion d'oxygène dans l'atmosphère.

J'ai montré, dans ce qui précède, que la présence du peroxyde de fer dans les terrains sédimentaires semblait correspondre à la décomposition de roches ferrifères, et à une absorption d'oxygène atmosphérique. Si l'on considère que le peroxyde de fer se trouve, en proportion souvent considérable, disséminé dans un grand nombre de couches des terrains stratifiés (1), il sera per-

(1) Le poids d'oxygène contenu dans l'atmosphère et correspondant à un mètre carré de surface est de 2,373 kilog. La quantité de protoxyde de fer nécessaire pour absorber tout cet oxygène en se transformant en peroxyde, serait 21,357 kilog. qui formeraient 23,730 kilog. de peroxyde de fer. Or, si l'on suppose que l'épaisseur moyenne des terrains stratifiés répartis sur toute la surface du globe, soit seulement de 1000 mètres, et leur densité moyenne de 2.5, leur poids par mètre carré serait d'environ 2,500,000 kil., et l'on voit qu'il suffirait de 1 p. 0/0 de peroxyde de fer dans les couches pour représenter une absorption d'oxygène équivalente à tout l'oxygène existant actuellement dans l'atmosphère.

mis d'en conclure que la formation de cette matière a eu une influence très-notable sur la composition de l'atmosphère, pendant la durée des périodes géologiques. Je ne connais qu'une seule réaction qui ait pu produire le phénomène inverse, c'est-à-dire restituer à l'atmosphère de l'oxygène emprunté aux éléments *minéraux* de la surface du globe. On trouve le produit de cette réaction dans un grand nombre de couches des terrains stratifiés, et assez abondamment pour que l'on soit autorisé à en conclure que sa production a été accompagnée de la mise en liberté d'une grande quantité d'oxygène. Je veux parler de la pyrite de fer. Ce minéral existe, souvent avec abondance, dans un très-grand nombre de couches, depuis le terrain de transition jusque dans les terrains tertiaires. Sa présence a été signalée très-souvent par les géologues comme celle d'un élément constitutif de certaines couches, et sans son altérabilité au contact de l'air, elle l'aurait été bien davantage encore. On trouve en effet, et je pourrais en citer plusieurs exemples, des couches dont les affleurements ne renferment pas de pyrites, et qui, attaquées dans la profondeur, montrent ce minéral en grande abondance. Son origine ne me paraît pas douteuse. Les pyrites de fer se trouvent presque constamment associées à des matières organiques; on les rencontre dans les couches de houille, dans les marnes et les schistes bitumineux, où elles remplacent le têt des coquilles. J'ai observé plusieurs fois, dans la couche de minerai de fer qui se trouve dans le Jura, à la base de l'oolite inférieure, des morceaux de bois fossile dont les fibres ligneuses étaient transformées en pyrites. Enfin, et cette circonstance indique très-clairement son mode de

Formation de la pyrite de fer.

formation, on voit ce minéral se produire, à l'époque actuelle, dans tous les cas où des matières organiques en décomposition se trouvent en contact avec du fer ou des oxydes de fer et des sulfates, hors de l'influence oxydante de l'air. Ainsi, M. Berthier a trouvé que la matière ligneuse du bois attachée à une ancre de fer perdue dans la Seine depuis quatre siècles, était transformée en un mélange de carbonate de chaux et de pyrite magnétique (1). M. Braconnot a examiné du bois pourri en partie pyritisé; il a trouvé du sulfure de fer dans la boue des égouts (2). L'explication de son origine dans toutes ces matières ne présente aucune difficulté en présence de ce fait constaté depuis longtemps (3), que les matières organiques en décomposition peuvent transformer les sulfates alcalins ou alcalino-terreux en sulfures. La présence des pyrites dans toutes les couches des terrains de sédiment s'explique très-aisément de cette manière, et il me semble même qu'on ne peut pas en donner d'autre explication. Toutes les circonstances de son gisement s'accordent également avec cette origine (4).

Si nous admettons que la matière organique qui a servi à la décomposition des sulfates et du

(1) *Annales des Mines*, t. XIII, p. 664, 3e série.

(2) *Annales de Chimie*, t. 50, p. 213.

(3) Voyez à cet égard les articles *Eaux naturelles* et *Hydrogène sulfuré* du Dictionnaire des sciences naturelles, par M. Chevreul.

(4) J'ai essayé de reproduire artificiellement de la pyrite en plaçant dans un flacon plein d'eau de l'hydroxyde de fer naturel, du sulfate de chaux cristallisé et du bois. Le flacon était exactement rempli et bouché. Au bout de quelques jours l'eau a pris une odeur sensible qui est deve-

peroxyde de fer soit analogue aux matières ligneuses, qui sont certainement les plus abondantes parmi toutes celles qui sont charriées par les eaux, nous pourrons faire abstraction de l'action réduisante de l'hydrogène, et ne considérer que celle du carbone, puisque ces matières équivalent à très-peu près à du carbone plus de l'eau. La réaction s'exprime alors de la manière suivante :

$$2Fe^2O^3 + 8.SO^3.CaO + 15C = 4FeS^2 + 8CaOCO^2 + 7CO^2.$$

Toute la chaux du sulfate se change en carbonate, et les $\frac{8}{15}$ du carbone de la matière organique se minéralisent et se précipitent en même temps. Le reste du carbone se trouve restitué à l'atmosphère à l'état d'acide carbonique. Or les 15 éq. de carbone (1125) avaient abandonné 30 éq. d'oxygène (3000) avant de passer dans l'organisation. Toute cette quantité d'oxygène reste définitivement acquise à l'atmosphère par suite de la formation de la pyrite, puisque la matière organique se brûle par l'oxygène de l'acide sulfurique et du peroxyde de fer.

---

nue très-infecte après quelques semaines. La liqueur, un peu jaunâtre dans les premiers jours, a pris une couleur verte au bout de deux mois, exactement comme de l'eau qui tiendrait des traces de sulfure de fer en dissolution. En même temps, le bois et la boue qui se trouvent au fond du flacon sont devenus tout à fait noirs. En les lavant avec soin à l'eau pure, et les traitant ensuite par de l'acide sulfurique très-faible, la couleur noire disparaît et la liqueur prend une odeur très-forte d'hydrogène sulfuré. L'expérience se continue; j'espère qu'elle permettra d'obtenir de la pyrite. Elle met déjà hors de doute la possibilité de la formation du sulfure de fer dans les circonstances que j'ai indiquées.

En admettant 350 pour l'équivalent du fer et 200 pour celui du soufre, on trouve que le poids des 4 équivalents de pyrite est exactement de 3000, qui correspondent à 3000 d'oxygène devenu libre. L'atmosphère avait perdu 15 éq. de carbone par la formation de la matière ligneuse. 8 éq. (600) restent à l'état de carbonate de chaux; les autres rentrent dans l'atmosphère à l'état d'acide carbonique, en combinaison avec 1400 d'oxygène. Ainsi au lieu de 600 de carbone précipité, on a, dans l'atmosphère, 1400 d'oxygène de plus à l'état d'acide carbonique. Le gain définitif, pour la pression atmosphérique, est de 800.

En résumé, pour 1 en poids de pyrite formée, il y a 1 d'oxigène mis en liberté dans l'atmosphère et précipitation de 0,20 de carbone.

L'atmosphère actuelle renfermant en poids 23 p. 100 d'oxygène et $\frac{4,1}{10.000}$ d'acide carbonique, on trouvera facilement que les quantités d'oxygène et de carbone correspondant à un mètre carré de surface sont 2373 kilog. et 1$^{kil.}$24; or la densité de la pyrite de fer étant de 4,84, on voit qu'une épaisseur de moins de 50 centim. de cette matière, répartie uniformément sur toute la surface du globe, correspondrait à une quantité d'oxygène égale à celle contenue dans l'air, et à une proportion de carbone 400 fois plus considérable que celle qui y existe aujourd'hui. Si, comme tout porte à le penser, cette évaluation de la proportion de pyrite contenue dans les roches stratifiées est plutôt au-dessous qu'au-dessus de la réalité, on peut juger par là de l'influence que la formation de ce minéral a dû avoir sur la composition de l'air aux diverses époques géologiques.

La formation de la pyrite de fer se continue

vraisemblablement encore aujourd'hui sur une grande échelle. On sait, en effet, par les expériences de M. Daniell (1), que les eaux de l'Océan renferment, le long des côtes occidentales de l'Afrique, sur plus de 16 degrés en latitude, des quantités fort notables d'hydrogène sulfuré, qui s'y trouve formé par la réaction des matières organiques sur les sulfates contenus dans ces eaux. L'insalubrité du littoral des grands continents, dans les régions chaudes et surtout dans les regions intertropicales, est due, suivant M. Daniell (2), à la présence de l'hydrogène sulfuré. Si les fleuves charrient des limons ferrugineux en même temps que des matières organiques, tout semble indiquer qu'à leur arrivée dans la mer, il devra se former de la pyrite.

Décomposition de la pyrite de fer.

La décomposition de la pyrite qui s'opère par le contact de l'air avec les tranches des terrains qui en renferment, reproduit le résultat inverse du précédent. Comme le produit de cette altération finira par rencontrer du carbonate de chaux, il en résultera en définitive du peroxyde de fer, du sulfate de chaux et la mise en liberté d'une certaine quantité d'acide carbonique, comme l'indique la formule.

$$4FeS^2 + 8CaOCO^2 + 30.O = 8CaOSO^3 + 2Fe^2O^3 + 8CO^2.$$

Résumé.

En résumé, toutes les réactions qui tendent à modifier la composition de l'air peuvent se classer comme il suit :

(1) Annales de chimie et de physique, t. III, p. 331, 3e série.

(2) Voyez aussi le mémoire de M. Savi (Ann. de Ch., t. III, p. 344), sur les causes de l'insalubrité de l'air dans les Maremmes de Toscane.

1° Causes qui tendent à augmenter la proportion d'acide carbonique contenue dans l'air.

a. Sans diminuer la proportion d'oxygène libre.	b. En diminuant la proportion d'oxygène.
L'émission des gaz en rapport avec les orifices volcaniques.	1° La destruction des matières organiques contenues dans les terrains stratifiés (houilles, lignites, bitumes) ; 2° La décomposition des pyrites de fer et des fers spathiques.

2° Causes qui tendent à diminuer la proportion d'acide carbonique.

c. En mettant de l'oxygène en liberté.	d. Avec ou sans absorption d'oxygène.
1° La formation des pyrites de fer ; 2° La formation des combustibles minéraux et la conservation de tous les débris organiques.	La décomposition des silicates des roches ignées.

3° Causes qui tendent à augmenter la proportion d'oxygène contenue dans l'air.

e. Sans diminuer la proportion d'acide carbonique.	f. En diminuant la proportion d'acide carbonique.
»	La formation des combustibles minéraux (2. c). La formation des pyrites de fer (1. c).

4° Causes qui produisent une diminution de l'oxygène contenu dans l'air.

g. Avec formation d'acide carbonique.	h. Avec absorption d'acide carbonique.
1° La destruction des matières organiques contenues dans les terrains (b. 1). 2° La décomposition des pyrites de fer et des fers spathiques (b. 2).	La décomposition des silicates de roches ignées (d. 1).

Les considérations qui précèdent établiront, je

l'espère, que la décomposition ou la reproduction de certaines espèces minérales fort abondantes à la surface du globe, correspondent à des modifications importantes dans la composition de l'air atmosphérique. Comme elles agissent en sens contraire les unes des autres, il est bien difficile de déterminer dès à présent quelle sera la résultante de leur action. On peut même présumer que toute augmentation un peu considérable dans la proportion d'un des éléments constitutifs de l'air ferait fonctionner avec plus d'intensité les causes d'absorption ou de précipitation de cet élément. Supposons, par exemple, qu'à la suite d'un cataclysme arrivé à la surface du globe, des orifices volcaniques aient projeté dans l'atmosphère une grande quantité d'acide carbonique. La vie organique un moment interrompue reprendrait son cours avec plus d'énergie qu'auparavant, grâce au carbone qu'elle trouverait abondamment dans l'air. Plus il y aurait de végétaux formés, plus il y en aurait de soustraits à la décomposition, plus il se produirait de pyrites de fer. La présence d'une grande quantité d'acide carbonique dans l'air déterminerait aussi une décomposition plus rapide des silicates. Toutes les causes de précipitation, de minéralisation du carbone, agiraient donc avec plus d'intensité.

Plusieurs circonstances tendent néanmoins à prouver qu'aux anciennes époques géologiques l'atmosphère était plus dense et plus riche en acide carbonique, et peut-être en oxygène, qu'à l'époque actuelle. A une plus grande pesanteur de l'enveloppe gazeuse devaient correspondre une plus forte condensation de la chaleur solaire, et des phénomènes atmosphériques d'une bien plus

grande intensité. Les variations dans la nature de l'air ont été sans doute constamment en rapport avec les êtres organisés qui vivaient à chacune de ces époques. La composition de notre atmosphère est-elle arrivée à un état permanent d'équilibre? Il faudra sans doute bien des siècles pour obtenir la solution de ce problème. Les moyens d'analyse que nous possédons, sont maintenant assez précis pour que nous puissions léguer aux générations futures des éléments certains sur cette importante question.

NOTICE GÉOLOGIQUE

Sur le bassin houiller de Rive-de-Gier;

Par M. MEUGY, aspirant-ingénieur des mines.

Aperçu de la topographie extérieure et souterraine du bassin.

L'étude du bassin houiller de Rive-de-Gier offre un grand intérêt, non-seulement par la variété des accidents qu'il présente, mais aussi par la constance de ses caractères. Pour rendre cette étude plus facile et plus complète, l'administration fait exécuter dans le bureau de topographie établi à Rive-de-Gier un plan général à l'échelle de 1 à 5000, sur lequel on porte chaque année les courbes de niveau des différentes couches de houille obtenues à l'aide des plans et coupes des travaux intérieurs. Ces courbes sont le résultat des intersections de la surface moyenne des couches par des plans horizontaux espacés de 10 mètres. Leurs cotes sont rapportées au niveau de la recette du puits Bourret (n° 90 de la légende ci-après) pris pour point de départ, et sont comptées comme positives au-dessous et comme négatives au-dessus de ce niveau. Ce travail ne pourra être complet que lorsque le territoire houiller aura été exploré dans toute son étendue. Cependant il est assez avancé, au moins en ce qui concerne la grande masse, pour qu'on puisse déjà signaler plusieurs faits importants et se livrer avec fruit à leur examen.

Je joins à cette notice une copie du plan de la topographie souterraine réduite à l'échelle de 1 à 40.000, et sur lequel j'ai indiqué le relief et la constitution géologique du sol (voir *Pl. I*, *fig.* 1). Ce plan est accompagné d'une série de coupes

(*Pl. I* et *II*) qui permettent d'apprécier exactement l'allure des couches, ainsi que les nombreux dérangements dont elles sont affectées.

Le bassin houiller de Rive-de-Gier s'étend du S.O. au N.E. entre deux chaînes de montagnes anciennes. Ses bords courent des deux côtés de la rivière du Gier jusque vers la limite Est du département de la Loire, où le Gier commence à serpenter au milieu de rochers primitifs. C'est alors que la formation houillère se prolonge à gauche de la vallée du Gier en se rétrécissant considérablement. Ainsi sa largeur, qui est d'environ 3 kilomètres à Rive-de-Gier, n'est plus que de 300 mètres à Tartaras. D'un autre côté, le bassin va en s'évasant de plus en plus vers Saint-Chamond, de manière à présenter une largeur de plus de 4000 mètres à la hauteur du village de Bellieu ; mais toute cette étendue de terrain est loin d'offrir d'égales ressources en combustible. On remarque, en effet, que la zone la plus riche suit à peu près la vallée du Gier, entre la Grande-Croix et Couzon. Or, il est possible de se rendre compte de cette particularité en observant que les soulèvements qui se sont produits postérieurement au dépôt de la houille ont relevé les couches parallèlement à leur direction, en donnant naissance à une nouvelle vallée encaissée dans la vallée primitive et dans laquelle le Gier a creusé son lit. C'est ainsi que les deux parties d'une même couche affleurent au jour de chaque côté de la rivière du Gier et plongent en sens inverse en figurant en profondeur une espèce de fond de bateau.

La vallée du Gier doit donc correspondre, à peu de chose près, à l'axe du bassin houiller. Il existe au lieu de la Magdeleine, près de la limite

commune aux deux départements du Rhône et de la Loire, un lambeau de micaschiste isolé au milieu des poudingues qui forment la base du terrain houiller. On voit les couches de grès redressées verticalement au contact de ce lambeau, dont, par conséquent, l'arrivée au jour a été postérieure à la formation des houilles. Ce soulèvement ne peut-il pas avoir eu pour effet de détourner le cours du Gier de sa direction première, en le forçant à se frayer un passage au milieu des roches primitives?

Roches.

Le terrain houiller de Rive-de-Gier est composé, s'il est permis de s'exprimer ainsi, des débris plus ou moins divisés du vase qui le contient. Ces débris sont disposés en couches alternant avec des couches de houille, et contiennent des vestiges plus ou moins bien conservés de corps organiques du règne végétal, notamment des tiges de prêles et des empreintes de fougères et de sigillarias.

Les roches du terrain houiller peuvent être classées ainsi qu'il suit :

1° Poudingue grossier très-fragile, formé de gros fragments de schiste micacé et talqueux et de granite à peine liés entre eux; vulgairement appelé *grasse gratte;*

2° Poudingue formé de fragments moins volumineux liés par la pâte ordinaire du grès houiller; vulgairement *gratte;*

3° Grès à gros grains, mélangé de petits fragments roulés de diverses roches; vulg. *taille gratteuse;*

4° Grès à grains de grosseur uniforme, mélangé de paillettes de mica et fortement agrégé; vulg. *taille;*

5° Grès micacé, feuilleté, dont le grain est très-fin et les feuillets très-minces; vulg. *taille douce*;

6° Grès quartzeux d'un gris foncé et à grains très-fins : il est extrêmement dur et est connu des mineurs sous le nom de *manifère*;

7° Grès noirâtre; vulg. *caruche* : il est intercalé au milieu des couches de charbon dur;

8° Schiste argileux d'un tissu lâche très-micacé; vulg. *gare menu*;

9° Schiste d'un tissu plus serré; vulg. *gras gare*;

10° Argile schisteuse noire; vulg. *matefane*; elle se trouve au toit des couches de houille et ne manque presque jamais dans les étranglements;

11° Fer carbonaté, en rognons ou en couches au milieu des schistes, et appelé communément *minerai des houillères*.

re de cou-
s connues.

On connaît à Rive-de-Gier dix couches de houille, sans compter celle appelée *gentille* qui n'a été reconnue que dans la concession de Combeplaine.

Voici l'ordre et la puissance de ces différentes couches, en commençant de haut en bas :

1° La petite mine de la Découverte de $0^m,20$ à 1 mètre de puissance.

2° La grande masse, située à 32 mètres environ au-dessous de la petite mine, forme la principale couche de Rive-de-Gier. Sa puissance moyenne est de 8 à 10 mètres; elle est divisée en deux parties à peu près égales par un lit de schiste argileux très-micacé, connu des mineurs sous le nom de *nerf blanc*, et qui a environ 2 décimètres d'épaisseur. La partie inférieure de la grande masse porte

le nom de *Raffaud*, et la partie supérieure celui de *Maréchal*.

3° A 20 mètres au-dessous de la grande masse, on rencontre une petite veine de $0^m,20$ d'épaisseur.

4° A 8 mètres au-dessous, on trouve encore une petite couche de la même épaisseur que la précédente, et qui porte le nom de seconde petite mine de la Découverte.

5° Les deux bâtardes sont situées à 12 mètres environ au-dessous de la seconde petite mine. Ces deux couches sont séparées par un banc de manifère qui a généralement 1 mètre d'épaisseur, mais qui acquiert une puissance assez considérable dans la partie N.E. du terrain houiller. La première bâtarde a de 1^m à $1^m,50$ de puissance, et la seconde de $1^m,50$ à 2^m.

6° A 15 mètres environ au-dessous des bâtardes, on trouve la petite Bourrue qui n'a que quelques centimètres d'épaisseur.

7° La couche dite *dernière mine* n'a que $0^m,10$ à $0^m,20$ d'épaisseur moyenne; elle est située à 3 ou 4 mètres au-dessous de la petite Bourrue.

8° A une distance variable de 5 à 12 mètres de la dernière mine, on rencontre la mine Bourrue, qui a environ $1^m,25$ de puissance.

9° Enfin, à quelques mètres au-dessous de la Bourrue, on a rencontré, au puits du Pré-de-Couzon (n° 134) et au puits de l'Espérance-des-Verchères-Fleurdelis (n° 108), une dernière petite couche n'ayant que quelques centimètres d'épaisseur. De toutes ces couches, quatre seulement sont exploitées dans toute l'étendue du bassin ; ce sont : la grande Masse, les deux Bâtardes et la Bourrue. La petite mine de la Découverte n'est exploitée

qu'aux Verchères et aux grandes Flaches; son épaisseur varie de $0^m,60$ à 1 mètre dans ces deux localités.

Il y a aussi la seconde petite mine qu'on exploite avec avantage au puits Maniquet (concession du Sardon) (n° 80), où elle a jusqu'à 1 mètre de puissance.

Quant aux autres couches, leur faible épaisseur et la qualité inférieure de leur charbon sont cause qu'elles sont restées inexplorées jusqu'ici.

La Gentille n'a été rencontrée qu'au puits Déplande, où elle a de 2 à 3 mètres d'épaisseur moyenne; elle est très-mélangée de schistes pyriteux, et son charbon donne, en brûlant, une odeur très-forte qui le caractérise.

Qualités des houilles.

Les charbons de Rive-de-Gier peuvent être rangés en quatre classes relativement aux usages auxquels ils sont employés dans l'industrie et qui dépendent de leurs propriétés physiques et chimiques.

Nous distinguerons :

1° La houille maréchale, très-bitumineuse, très-homogène, à cassure brillante et légèrement friable. Elle est éminemment propre à la forge et à la fabrication du coke, et provient de la partie supérieure de la grande couche. On l'exploite à la Grande-Croix, à la Péronnière et aux puits Saint-Mathieu, de Lorette et du Chambon.

2° La houille demi-maréchale, moins bitumineuse que la précédente, convient parfaitement au chauffage des fours de verreries. Elle est fournie par la partie inférieure de la grande couche et par la Bâtarde au puits de Grézieux, à la montagne du Feu, au Sardon, à la Péronnière, etc.

3° La houille dure, telle que celle qui s'extrait

de la grande masse à Couzon, à Egarande et aux Verchères, et qui peut se conserver longtemps en gros morceaux, est destinée principalement aux bateaux à vapeur.

4° Enfin la houille maigre, schisteuse et sèche, est employée pour les usages domestiques, le chauffage des chaudières à vapeur et la cuisson des briques et de la chaux. On l'extrait des Bâtardes et de la Bourrue dans les concessions de Montbrenieux, Frigerin et Combeplaine.

On voit donc qu'une même couche peut donner des charbons de qualités très-différentes.

Allure des couches

Si l'on jette les yeux sur la coupe longitudinale (*Pl. I*, *fig.* 2), on observe que la puissance de la grande masse (A), qui n'est que de 1 mètre à son affleurement, est déjà de 8 mètres à Egarande, et augmente de plus en plus jusqu'à la Grande-Croix, où elle s'élève jusqu'à 15 et même 20 mètres.

Les coupes transversales (*fig.* 3 a 10, *Pl. II*) montrent aussi que la grande masse diminue sensiblement d'épaisseur en se relevant vers les bords du bassin. Il en est de même des Bâtardes (B).

A Frigerin, la Bâtarde supérieure n'a pas plus de $0^m,30$ à $0^m,40$ d'épaisseur, et au puits Saint-Pierre (192) (concession de Combeplaine), elle n'est représentée que par une veine de $0^m,04$ à $0^m,05$. Dans cette même localité, la Bâtarde inférieure a encore une puissance de $0^m,60$ à $0^m,80$; mais elle s'amincit de plus en plus à mesure qu'on s'approche du ruisseau de Bozançon, dans le voisinage duquel elle paraît se terminer.

Quant à la mine Bourrue (C), sa découverte est beaucoup plus récente que celle des autres couches, et elle n'a encore été reconnue que dans un petit nombre de puits. On ne l'a guère exploitée jusqu'ici

qu'à l'Est de Rive-de-Gier, notamment dans une partie du petit bassin dit des grands Flaches, qui comprend les concessions de Combeplaine, Frigerin, Monbrenieux, Trémolin, la Pomme, la Verrerie, les grandes Flaches et la Catonnière. Son épaisseur, qui est d'environ 1^m,50 aux Verchères et à Couzon, se réduit à 0^m,70 au puits Saint-Pierre, et il est probable qu'elle diminue de plus en plus jusque vers la limite Nord-Est du bassin dans lequel cette mine a été déposée.

Il résulte de ce qui précède que la puissance des différentes couches de combustible est loin d'être uniforme dans toute l'étendue du bassin houiller, et qu'en laissant pour le moment de côté les accidents auxquels elles sont fréquemment sujettes, ces couches semblent augmenter graduellement d'épaisseur en allant de Rive-de-Gier vers la Grande-Croix; mais leurs profondeurs sont loin de croître dans la même proportion, et il n'existe même aucun rapport entre les épaisseurs et les profondeurs relatives d'une même couche en différents points; car la grande masse, par exemple, qui n'a que 8 mètres d'épaisseur au puits Sainte-Barbe (84), où elle a été rencontrée à 340 mètres au-dessous du plan horizontal passant par l'orifice du puits Bourret (90), acquiert une puissance de 15^m au puits neuf de la Grande-Croix, où elle ne se trouve qu'à 60 mètres au-dessous du même niveau.

Il est important de remarquer aussi que les couches de houille tendent à se rapprocher de la surface du sol vers le Nord-Est, où elles paraissent finir à une distance d'autant moins éloignée que leur formation est plus récente.

Ainsi la grande masse n'existe dans aucune des

quatre concessions de Combeplaine, Frigerin, Montbrenieux et la Pomme. Elle se perd à proximité des puits Bourguignon, Combelibert et Belingard (155, 158, 159), sans toutefois se relever au jour; mais on conçoit qu'elle se relie souterrainement avec l'affleurement qui se montre à Couzon, un peu au-dessus du bureau de la compagnie, et qui traverse le Gier en passant sous la verrerie Hutter.

On peut conclure des observations précédentes que les différentes couches du système de Rive-de-Gier sont disposées comme si les eaux qui ont déposé ces couches s'étaient retirées vers Saint-Chamond par suite de mouvements intérieurs qui auraient soulevé peu à peu les bords du bassin dans lequel elles étaient contenues.

Leurs caractèr

Les couches de Rive-de-Gier sont moins régulières que celles de Saint-Etienne; mais leurs caractères sont plus tranchés, de sorte qu'il est facile de reconnaître leurs différentes parties, même à des intervalles assez considérables et quelque bouleversées qu'elles puissent être.

Le Nerf-Blanc, qui caractérise la grande masse, existe dans toute l'étendue du bassin houiller avec une épaisseur à peu près constante de 0^{m},2 environ. Seulement à Couzon et aux grandes Flaches, sa puissance est plus considérable et peut s'élever jusqu'à 0^{m},80 et même 1 mètre. Comme dans cette localité la couche maréchale qui le recouvre est très-faible, on a pris le Nerf-Blanc pour le toit de la grande masse, et on a cru qu'il n'existait pas; mais on s'est trompé, car à Couzon même les ouvriers piqueurs l'entaillent pour faciliter l'abattage du charbon. J'en ai recueilli des débris que j'ai comparé à plusieurs échantillons provenant de diverses mines, et il m'a été impossible

de méconnaître l'identité de leur composition. Il y a aussi à la partie inférieure du Raffaud un nerf appelé *Bourru*. C'est un grès à grains fins et assez dur, dont l'aspect diffère complétement de celui du Nerf-Blanc. La portion du Raffaud qui se trouve sous ce nerf acquiert souvent une assez grande puissance (3 mètres), et prend alors le nom de petite Bâtarde. C'est la couche qu'on exploite à Lorette (Cappe). Le nerf Bourru qui la sépare du reste de la grande masse, et qui ordinairement est assez mince, atteint ici une épaisseur de 8 mètres. Chacune des deux Bâtardes est divisée, à quelques centimètres du toit, par un banc de manifère, qui est beaucoup plus épais dans la couche supérieure que dans la couche inférieure et qui sert à les distinguer.

Enfin, la Bourrue est souvent mélangée de schistes et de nerfs très-pyriteux, et donne un charbon sec d'assez médiocre qualité.

Accidents intérieurs.

La régularité des couches de houille est souvent interrompue par divers accidents que les ouvriers mineurs confondent sous la même dénomination de *crains*. Ce sont tantôt de simples amincissements résultant d'un rapprochement entre le toit et le mur, tantôt des resserrements accompagnés de rejets, ou enfin de véritables failles, au contact desquelles les couches se trouvent nettement coupées. Il est important de bien distinguer ces trois sortes d'accidents, qui diffèrent essentiellement soit par leur origine, soit par leur âge relatif.

Les étranglements sont très-fréquents dans les couches de Rive-de-Gier. Il arrive quelquefois que les dérangements n'existent que dans le Raffaud sans que le Nerf-Blanc en soit affecté. C'est ce que j'ai remarqué dans un chantier du puits

Château, ouvert à peu de distance de l'entrée. Il arrive aussi que le Nerf-Blanc et le Raffaud s'amincissent jusqu'à disparaître complétement, tandis que la tranche maréchale conserve sa puissance tout entière. Ainsi, au mois d'octobre 1842, lorsque je visitais les travaux de recherches entrepris au puits Frère-Jean, on venait de retrouver au sol d'une galerie de reconnaissance dirigée suivant l'inclinaison de la couche, le Nerf-Blanc et le Raffaud, qui avaient disparu depuis quelque temps.

Il est à remarquer que l'allure de la grande masse n'est nullement modifiée au contact de ces resserrements, et que son niveau reste le même comme si elle conservait toute son épaisseur. Il est donc permis de supposer que la surface du bassin où cette couche a été déposée présentait çà et là des protubérances qui formaient comme des espèces d'îlots où le dépôt devait être naturellement moins puissant qu'ailleurs, et où peut-être certaines circonstances locales rendaient la végétation moins active, et s'opposaient par suite à la formation d'une aussi grande masse de houille.

Les autres accidents dont il nous reste à parler doivent être attribués aux soulèvements du sol qui se sont produits à différentes époques.

On remarque souvent dans les mines de Rive-de-Gier qu'une couche se resserre de plus en plus à proximité d'un rejet, et se réduit à un simple filet d'argile noire qui sert ordinairement de guide à l'ouvrier pour retrouver son prolongement. Ces rejets peuvent avoir lieu suivant la direction ou suivant l'inclinaison; souvent aussi on rencontre, à peu de distance de pareils crains, des gonflements subits qui donnent lieu à des espèces

d'amas de charbon isolé. Ainsi, au territoire de la Chambaude, on a trouvé une masse de charbon lenticulaire s'amincissant de tous côtés (*fig* 6, *Pl. II*). Le puits Saint-Michel-du-Ban est aussi tombé sur un lambeau de houille affectant en projection horizontale la forme d'une tranche de melon. On peut jusqu'à un certain point se rendre compte de ces renflements en imaginant qu'à une certaine époque, la houille se trouvant encore dans une sorte d'état pâteux, a été soumise à l'action de forces comprimantes qui ont eu pour effet d'amincir différentes parties d'une couche en refoulant le combustible sur d'autres points. Les failles ou fentes remplies auraient été produites postérieurement lorsque le combustible avait déjà acquis assez de solidité pour résister à l'extension, et ne pouvait plus que se rompre suivant une certaine direction lorsque de nouvelles forces venaient à surgir du sein de la terre.

Je dois mentionner ici plusieurs faits géologiques assez intéressants que j'ai eu occasion d'observer dans les mines. Le puits Saint-Lazare (135), situé dans la concession de Couzon, à peu de distance des affleurements, est le seul, à Rive-de-Gier, qui ait rencontré quatre bâtardes. La ressemblance parfaite qui existe entre ces quatre couches, considérées deux à deux, tendait à faire présumer que la troisième et la quatrième n'étaient autre que les deux premières rejetées à un niveau inférieur ; et en effet les indications fournies par les travaux de recherches exécutés dans la troisième bâtarde ont confirmé pleinement cette opinion. On a reconnu que cette couche se redresse en s'amincissant de plus en plus, et tend à se replier vers le puits Saint-Lazare comme l'indique la coupe n° 11 (*Pl. II*).

Le puits Saint-Antoine (concession de Montbressieux) communique avec le puits Sainte-Mélanie depuis le 11 mars 1843 par un faux puits creusé dans la Bâtarde inférieure. Cette couche forme dans cette partie du bassin houiller un repli très-prononcé, dans lequel elle conserve toute son épaisseur. C'est là un fait géologique d'autant plus remarquable qu'il se présente très-rarement à Rive-de-Gier (voyez la coupe *fig.* 10, *Pl. II*).

J'ai observé aussi dans les travaux du puits Saint-Antoine un accident très-remarquable; c'est une superposition de la Bâtarde sur elle-même (coupe *fig.* 12). Cet effet a été produit sans doute par une action de soulèvement qui a transporté une des parties de la couche au-dessus de l'autre. C'est un véritable rejet dont la hauteur est précisément égale à l'épaisseur de la Bâtarde.

Soulèvements ont influé la direction couches.

Il existe à Rive-de-Gier un grand nombre de failles ou rejets dont nous allons faire l'énumération, en passant sous silence une foule de petits crains locaux sans direction constante, et qui même souvent ne sont pas rectilignes. Les failles les plus importantes sont en relation avec trois directions principales, dont l'une est à peu près parallèle à la vallée du Gier, et les deux autres transversales à cette même vallée.

Je citerai pour type du premier système le grand crain du Mouillon qui traverse les concessions de Collenon, de la montagne du Feu, du Gourd-Marin et des Verchères, et qui rejette les couches d'environ 100 mètres.

Ce crain court du S.O. au N.E., parallèlement à la chaîne du Pilat, dont le soulèvement a relevé tout le système houiller presque verticalement au S. E. A la Grande-Croix, les couches sont orien-

tées du S. au N., et plongent vers l'O. Le ruisseau de Darlay doit son origine à ce second soulèvement. On doit aussi rapporter à ce système le rejet qui sépare les puits Gillier et Pincy, celui qui passe au puits Frère-Jean), ainsi que la grande faille qui existe entre les puits Grézieux et Château. Nous avons encore à signaler un troisième soulèvement dirigé de l'E. quelques degrés S. à l'O. quelques degrés N.

Cette direction, qui paraît avoir déterminé l'ouverture des vallées du Feloin et de la Faverge, se retrouve dans plusieurs mines, notamment dans celles du Couloux et de Frigerin.

Enfin, parmi les différentes vallées qui sillonnent le bassin de Rive-de-Gier, celle de Collenon est très-remarquable, en ce qu'on y reconnaît l'influence des trois soulèvements dont nous venons de parler (voir le plan de topographie, *Pl. I*, *fig.* 1).

rolongement terrain houill- en aval de -de-Gier.

On connait à Tartaras une seule couche de houille, qui n'a été exploitée jusqu'ici que par un petit nombre de puits : elle court du S.O. au N.E., et forme, suivant l'axe du bassin, une espèce de dos d'âne, au sommet duquel elle atteint une assez forte épaisseur. Sa puissance est d'environ 7 mètres au puits Gabriel (202), où elle a été rencontrée à très-peu de distance de la surface du sol ; mais elle est intimement mélangée de schistes et donne un charbon maigre de médiocre qualité.

On a fait dans le département du Rhône, à Saint-Jean-de-Taulas, quelques recherches de houille dans une couche très-irrégulière. Cette couche, dont l'épaisseur est assez considérable à son affleurement, plonge vers le N.O. et tend à s'amincir en profondeur ; mais il est probable que les explorations n'ont été dirigées que dans une

partie de la couche, l'autre se trouverait plus au S. et plongerait en sens inverse, c'est-à-dire vers le Gier. Sa forme serait donc analogue à celle qu'affecte la couche de Tartaras, dont elle n'est peut-être que le prolongement, seulement le dos d'âne aurait été enlevé par l'action érosive des eaux et il serait resté deux fonds de bateau parfaitement distincts, et n'ayant entre eux aucune relation apparente. On pourrait admettre que le terrain houiller de cette localité a été soulevé par le milieu suivant la direction de la chaîne du Pilat, comme tendrait, au reste, à le faire présumer le lambeau primitif qui affleure au territoire de la Magdelaine.

Les couches Rive-de-Gier prolongent-el jusqu'à Sai Étienne.

Quelques personnes pensent que les couches de Rive-de-Gier se prolongent jusqu'à Saint-Étienne, et elles se fondent sur ce que ces couches se prolongent vers Saint-Chamond et vont en augmentant d'épaisseur à mesure qu'on s'éloigne de Rive-de-Gier; mais il faut bien remarquer que la grande masse, qui atteint une puissance énorme à la Grande-Croix, s'amincit successivement vers le S.O., jusqu'au contact du crain qui la coupe en amont du puits Saint-Paul, et où elle n'a plus que 2 à 3 mètres d'épaisseur. D'un autre côté, il est bien vrai que cette couche plonge vers Saint-Chamond après s'être rapprochée de la surface du sol dans le voisinage du ruisseau de Darlay; mais il est très-possible qu'avant le soulèvement qui a donné lieu à la vallée de ce nom, la grande masse, au lieu de présenter une protubérance dans cette partie du terrain houiller, formait au contraire une espèce de bassin dont les bords se relevaient vers le puits Saint-Paul. Il n'y a donc aucun motif pour admettre que la grande masse se poursuit

jusqu'à Saint-Étienne. Les recherches entreprises dans la partie de terrain non concédée, comprise entre Saint-Chamond et la Grande-Croix tendraient au contraire à faire présumer que les couches de Rive-de-Gier n'existent déjà plus dans cette localité ; car les puits Saint-Marcellin et Saint-Jean, creusés aux territoires de Combe-Rigal et du Plat-de-Gier, sont parvenus aujourd'hui à plus de 400 mètres de profondeur sans avoir encore rencontré aucune couche exploitable.

Observons enfin qu'à Rive-de-Gier les couches inférieures sont en général beaucoup plus accidentées que les couches supérieures, et en outre que ces différentes couches semblent se prolonger à une distance d'autant moindre vers le S.O. que leur formation est plus ancienne, contrairement à ce qui a lieu dans le sens opposé. Il est donc permis de concevoir que par suite de soulèvements contemporains de la période houillère, les eaux dans le sein desquelles se formaient les dépôts successifs ont rétrogradé du N.-E. au S.O. Seulement on ignore encore jusqu'où peut s'étendre la grande masse dans cette direction. Les travaux de recherches que l'on exécute actuellement au puits du Chêne(11) jetteront sans doute quelque lumière sur cette importante question, qui a été si souvent débattue et qui intéresse au plus haut point l'avenir du bassin houiller de Saint-Etienne.

LÉGENDE.

…ICATION DES CONCESSIONS DU BASSIN DE RIVE-DE-GIER.

(*Pl. I, fig.* 1.)

…n du Ban.	K. Gourdmarin.	T. La Catonnière.
…nière,	L. Le Sardon.	U. Les Grandes-Flaches.
	M. Le Martoret.	V. La Verrerie.
…	N. Le Mouillon.	X. Couzon.
…d-Croix.	O. Crozagaque.	Y. Montbressieux.
…s.	P. Les Verchères.	Z. La Pomme.
…gne du Feu.	Q. Egarande.	A′. Frigerin.
…	R. Le Couloux.	B′. Combeplaine.
…d.	S. Tremolin.	

Les puits sont indiqués par des numéros.

…latière.	34. P. Puguet.	66. P. Planchet.
…ebout.	35. P. Télégraphe.	67. P. Saint-Michel.
…in.	36. P. Henry.	68. P. Bel-Air.
…	37. P. Collenon.	69. P. Vieux de la Chichonne.
	38. P. *Id.*	70. P. Neuf de la Chichonne.
…gis.	39. P. Villerut.	71. P. Saint-Joseph.
…ignat.	40. P. Burlat.	72. P. Journoud.
…-Paul	41. P. Saint-Irénée.	73. P. des Roches.
…r.	42. P. Saint-Etienne.	74. P. Gillbert.
…	43. P. Frèrejean.	75. P. de la Chaucherée.
…ène.	44. P. Lorette.	76. P. Saint-Paul.
…	45. P. Saint-André.	77 P. Faure.
…Philippe.	46. P. Saint-Victor.	78. P. du Bois.
…ix.	47. P. Saint-Rambert.	79. P. Grezieux.
…illy.	48. P. Espérance.	80. P Maniquet.
…Denis.	49. P. Teillard.	81. P. Saint-Martin.
…net.	50. P. Couchant.	82. P. Château.
…l.	51. P. Neyraud.	83. P. du Midi.
…chet.	51 *bis.* P. de la Cluzelle.	84 P. Sainte-Barbe.
…-Marguerite.	52. P. de la Marguillerie.	85. P. du Martoret.
…-Mathieu.	53. P. Crozet.	86. P. du Logis.
…-Isidore.	54. P. Chavanne.	87. P. du Pré.
…ourges.	55. P. Page.	88. P. Marcand.
…Chambaude.	56. P. Cibert.	89. P. Dumond.
…net.	57. P. Pagès	90. P. Bourret.
…rd (grand).	58. P. Journoud.	91. P. Thiollier.
…rd (petit).	59. P. Rivoir.	92. P. Neuf.
…e-Barbe.	60. P. du Breuil.	93. P. du Pré.
…rey.	61. P. du Pré.	94. P. Vallay
…-Romains.	62. P. Rivat.	95. P. Sainte-Anne.
…-Philibert.	63 P. Pagès.	96. P. Neuf Bonjour.
…-Cloud.	64. P. Dumas.	97. P. Teillard.
…-Michel.	65. P. des Salades.	98. P. Gauthier.

99. P. Gauthier.
100. P. Michon.
101. P. du Châtaignier.
102. P. Villon.
103. P. Malassagne.
104. P. Teillard.
105. P. Delay.
106. P. Bazardon.
107. P. de la Pompe.
108. P. de l'Espérance.
109. P. Jamen.
110. P. de la Découverte.
111. P. Mouton.
112. P. Sourent.
113. P. Saint-Germain.
114. P. Journoud.
115. P. Bazard.
116. P. ?
117. P. Lacroix.
118. P. ?
119. P. Saint-Germain-Petit.
120. P. Fleur-de-Lis.
121. P. Besson.
122. P. Chambeyron.
123. P. ?
124. P. Saint-François.
125. P. Moyse.
126. P. Egarande.
127. P. Thévenet.
128. P. Saint-Maximin.
129. P. des Combes.
130. P. des Pièces.
131. P. du Cimetière.
132. P. Pic-Pierre.
133. P. Neuf Pic-Pierre.
134. P. du Pré.
135. P. Saint-Lazare.
136. P. Gerbaudière.
137. P. la Planche.
138. P. des Ronces.
139. P. du Couloux.
140. P. Neuf Mortier.
141. P. Madignier.
142. P. Bouton.
143. P. des Vignes.
144. P. Jamen.
145. P. Jean-Pont.
146. P. St-Bonaventure.
147. P. Neuf.
148. P. Piro-Jacques.
149. P. Neuf de la Frarie.
150. P. de Montjoint.
151. P. de la Barrière.
152. P. de la Verrerie.
153. P. Chantegraine.
154. P. Coste.
155. P. Bourguignon.
156. P. des Pauvres.
157. P. de la Compagnie.
158. P. Combelibert.
159. P. Bélingard.
160. P. Faure.
161. P. des Limites.
162. P. du Verger.
163. P. de la Flache.
164. P. Crappe.
165. P. de la G^{de}-Borne.
166. P. Vieux Buer.
167. P. Neuf du Cerisier.
168 P. Vieux du Cerisier.
169. P. Neuf Buer.
170. P. des Durantières.
171. P. de Tremolin.
172. P. du Rocher.
173. P. Saint-Joseph.
174. P. Neuf Béthénod.
175. P. des Alouettes.
176. P. des Bruyères.
177. P. Sainte-Mélanie.
178. P. Neuf Belingard.
179. P Bressieux.
180. P. Duroseil.
181. P. Brosse.
182. P. Saint-Dominique.
183. P. Saint-Victor.
184. P. Saint-Charles.
185. P. Neuf Mondorien.
186. P. Télégraphe.
187. P. Saint-Jean.
188. P. de la Pomme.
189. P. Saint-Jean.
190. P. Saint-Esprit.
191. P. Sainte-Marie.
192. P. Saint-Pierre.
193. P. l'Espérance.
194. P. Saint-Martial.
195. P. Saint-Constant.
196. P. Saint-Innocent.
197. P. des Chantières.
198. P. *Id.*
199. P. ?
200. P. Jordan.
201. P. Adrien.
202. P. Gabriel.
203. P. Gonon.
204. P. Saint-Jean.
205. P. Saint-Marcelin.

MÉMOIRE

Sur le traitement métallurgique des minerais d'or et d'argent en Hongrie et en Transylvanie.

Par M. AUDIBERT, aspirant-ingénieur des mines.

INTRODUCTION.

La méthode suivie pour le traitement par fusion des minerais d'or et d'argent était autrefois uniforme dans toutes les usines de Hongrie. On sait qu'elle consistait en principe à isoler entièrement le travail des minerais auro-argentifères de celui des minerais de plomb, et à n'employer comme agent de désargentation que le plomb métallique dans des conditions propres à réduire à leur minimum les pertes éprouvées sur ce métal. Les minerais de plomb étaient rares, il était donc essentiel de ménager l'agent indispensable de la production, et tandis que depuis longtemps le procédé d'imbibition était remplacé à Freyberg par des méthodes moins imparfaites, on se voyait forcé à le maintenir en Hongrie, afin de ne pas ralentir l'activité des exploitations. On pouvait d'ailleurs prévoir que la méthode saxonne ne présenterait pas tous les avantages qu'on lui avait reconnus à Freyberg, la nature éminemment quartzeuse des gangues des minerais hongrois devant nécessairement augmenter encore les pertes en plomb si considérables, qu'on éprouve en fondant les minerais argentifères mélangés aux galènes grillées; aussi, tous les essais tentés sur la fin

du dernier siècle, pour améliorer la métallurgie des métaux précieux, furent-ils dirigés dans une voie toute différente. On chercha dans l'amalgamation un moyen de rendre la production des mines d'argent indépendante de celle des mines de plomb; lorsque l'expérience eut démontré que ce procédé ne pouvait pas en général être substitué en Hongrie aux traitements par fusion, on en revint à l'ancien procédé dans lequel on introduisit seulement quelques modifications assez importantes relatives à la forme et aux dimensions des fourneaux.

Mais, depuis une trentaine d'années, la situation des mines et des usines est bien changée; les mines d'argent, des districts de Schemnitz et de Nagy-bánya, naguère si célèbres par leur richesse, se sont extrêmement appauvries et ne fournissent plus qu'une très-faible proportion de minerais riches. D'autre part, l'extension donnée aux travaux souterrains, pour rechercher des gîtes nouveaux, a fait découvrir plus de minerais de plomb que de minerais d'argent proprement dits, de telle sorte qu'on a pu songer sinon à adopter entièrement le procédé saxon, au moins à simplifier l'ancien traitement, en faisant agir le plomb ou les matières plombeuses d'une manière plus énergique. De plus, la considération de la dépense en combustible, qui n'était que très-secondaire autrefois, alors que les forêts couvraient encore tous les environs des usines, acquiert tous les jours une importance plus grande. Si on ajoute à cela que du moment où on n'opère pas la désargentation par l'imbibition extérieure sur une matière très-riche, le principal avantage de cette méthode, celui de l'économie en plomb, disparaît

presque entièrement, on reconnaîtra qu'il y avait urgence à aviser aux moyens de diminuer les pertes énormes en métaux et en combustible que donnait la longue série des fontes de l'imbibition, dût-on acheter ces avantages par une plus forte consommation en plomb Les premiers essais dans ce sens ont été tentés en 1825 à Nagy-bánya, par M. le conseiller des mines de Swaiczer, que ses beaux travaux placent au rang des plus habiles métallurgistes. Les succès qu'il a obtenus ont déterminé l'adoption, dans les districts de Nagy-bánya et de Schemnitz, de méthodes mixtes qui participent plus ou moins du procédé saxon et de l'ancienne imbibition, et qui prennent peu à peu dans chaque usine des nuances en harmonie avec la nature et la richesse des minerais qui y sont traités. En Transylvanie, où la pénurie de minerais de plomb se fait toujours sentir, on a dû, à part quelques cas exceptionnels, s'en tenir à l'ancien procédé, bien que les minerais soient très-aurifères et que par suite l'imbibition proprement dite ne donne que des résultats plus mauvais encore que ceux obtenus à Schemnitz.

Le but de ce mémoire est de donner une description de ces diverses méthodes de fondage. Ce sujet a déjà été traité par M. l'ingénieur Gruner, dans un excellent travail inséré *Annales des Mines*, 3ᵉ série, t. IX, mais pour la basse Hongrie seulement. A l'époque où M. Gruner visita le district de Schemnitz, on y pratiquait encore l'ancienne méthode d'imbibition. Quelques tentatives furent faites pendant son séjour pour introduire dans les usines de Neusohl et de Scharnowitz les fontes au plomb dont le succès avait

été constaté à Nagy-bánya par une expérience de six années ; mais il ne se trouvait, à ce qu'il paraît à Schemnitz, personne qui les eût étudiées à fond sur les lieux ; les opérations furent mal conduites et les essais demeurèrent infructueux. On avait d'ailleurs rencontré des obstacles absolument étrangers au procédé en lui-même, et qui n'ont pu être encore surmontés, bien que M. de Swaiczer, aujourd'hui *ober cameral graf* à Schemnitz, ait le plus grand désir d'introduire en basse Hongrie les améliorations qu'il a apportées au travail de Nagy-banya. Comme nous avons eu occasion de visiter en détail les usines de cette dernière localité, ainsi que celles de Transylvanie et de basse Hongrie, nous avons pensé qu'un travail d'ensemble, qui comblerait les lacunes que M. Gruner a dû forcément laisser dans sa notice déjà citée, pourrait présenter quelque intérêt, bien qu'en reprenant ce sujet nous devions nécessairement tomber dans des répétitions. C'est pour nous un devoir de témoigner ici à M. de Swaiczer notre reconnaissance pour l'extrême complaisance avec laquelle il a bien voulu nous fournir des détails très-complets sur les résultats qu'il a obtenus avec sa méthode dans les usines de Nagy-bánya.

Ce mémoire sera partagé en quatre paragraphes :

Division du mémoire.

Dans le premier je décrirai l'ancienne imbibition ou méthode du *Frischen*, qui n'est plus usitée aujourd'hui qu'en Transylvanie. Je m'occuperai dans le second du procédé nouveau dû à M. de Swaiczer, ou méthode du *verblejung*, seul employé aujourd'hui dans les usines du district de Nagy-bánya. Le troisième sera consacré au procédé mixte pratiqué provisoirement en basse Hongrie,

mais qui paraît devoir faire place au *verblejung* dès qu'on aura réussi à exécuter d'une manière convenable le grillage des minerais pauvres. Je terminerai par une comparaison entre les résultats fournis par ces trois méthodes.

Ce cadre est bien étendu, et nous ne pourrions, sans excéder les bornes d'un simple mémoire, y joindre une description, même sommaire, des divers gîtes de minerais et des préparations mécaniques. Cependant, comme les exploitations de la Transylvanie et de la Hongrie orientale sont très-peu connues, nous pensons qu'il ne sera pas sans intérêt de faire précéder l'exposition des méthodes de fondage, de quelques détails sur la position et l'importance des divers groupes de mines et d'usines qui sont aujourd'hui en activité dans ces provinces, et sur l'extraction directe de l'or par lavage qui ne peut être ici passée sous silence à cause de l'influence très-grande qu'elle exerce sur la teneur des minerais traités dans les fonderies. De plus, la nature de ces minerais étant partout la même, abstraction faite de quelques espèces rares qui paraissent caractériser certaines localités, nous en donnerons la description minéralogique et la classification, une fois pour toutes, et quand plus tard nous nous occuperons du travail métallurgique, nous n'aurons plus qu'à mentionner pour chaque usine les catégories de minerais dont elle est approvisionnée.

Districts minéralogiques de la Hongrie

La Hongrie proprement dite est partagée en quatre districts minéralogiques :

La basse Hongrie, la haute Hongrie, le pays de Nagy-bánya et le Banat. Les dénominations de haute et basse Hongrie sont extrêmement impropres, car elles s'appliquent à deux contrées

voisines placées sous la même latitude et toutes deux couvertes de hautes montagnes. Leur séparation est presque artificielle, car la chaîne qui en forme la limite commune n'est guère plus élevée que toutes celles qui à l'est et à l'ouest sillonnent la contrée. Rien, en un mot, ne paraît devoir motiver une distinction, si ce n'est que la haute Hongrie est plus voisine de la chaîne centrale des Karpathes; aussi ces dénominations ne sont-elles plus usitées aujourd'hui que par l'administration des mines, pour désigner d'une manière plus brève les deux districts minéralogiques voisins dont les chefs-lieux sont Schemnitz et Schmöllnitz.

…se Hongrie. Les mines de basse Hongrie sont groupées dans un rayon assez restreint autour des villes de Schemnitz, Kremnitz et Neusohl. Elles produisent principalement des minerais d'argent aurifères et des galènes en quantité à peine suffisante pour fournir le plomb nécessaire à l'extraction de l'argent. Les minerais de cuivre ne forment en général que des accidents dans les filons argentifères; il existe cependant aux environs de Neusohl quelques gîtes, tels que Libeth-bánya, Herrengrund, etc., où le minerai de cuivre forme l'objet unique de l'exploitation.

Les filons de Schemnitz et de Kremnitz sont à peu près épuisés; des travaux gigantesques destinés à aller porter l'exploitation à de grandes profondeurs sont depuis longues années en cours d'exécution. Mais il n'est pas probable qu'ils conduisent à des découvertes qui puissent faire renaître l'ancienne prospérité de ces mines, car l'expérience a prouvé que la richesse des filons diminuait rapidement à mesure qu'ils s'éloignaient

de la surface. Il ne reste guère que l'espérance de rencontrer de nouveaux gîtes, espérance bien précaire dans une contrée qui est depuis plus de dix siècles l'objet d'une exploitation des plus actives.

Les mines de cuivre des environs de Neusohl ne livrent plus que des produits insignifiants, il est probable qu'elles seront complétement abandonnées d'ici à peu d'années.

Trois usines, celles de Neusohl, Kremnitz et Scharnowitz, sont consacrées au traitement par fusion des minerais d'argent. Les plombs qu'elles emploient proviennent de diverses petites fonderies situées aux environs de Schemnitz et appartenant pour la plupart à des particuliers.

Il n'existe que deux usines à cuivre, celles de Alt-Gebirg et Tajova; on ne fond des minerais de cuivre que dans la première. La seconde est destinée au traitement des mattes cuivreuses provenant du traitement des minerais d'argent et des cuivres noirs d'Alt-Gebirg. On y transportait autrefois les cuivres noirs argentifères des usines de la haute Hongrie pour les y soumettre à la liquation; mais la complication de ce procédé et son imperfection relativement à l'extraction de l'or l'ont fait abandonner même pour les cuivres produits par les refontes de mattes. Ceux-ci sont maintenant traités par la litharge au fourneau à manche, ainsi que nous le verrons plus tard; ceux de haute Hongrie passent à l'usine d'amalgamation de Schmöllnitz. Les seules usines à fer qui existent dans le district de Schemnitz sont celles de Rhonitz, elles ne méritent d'être citées ni pour la qualité des produits, ni pour la perfection du travail.

Haute Hongrie.

La haute Hongrie ne donne que très-peu d'or

et d'argent. Quelques mines peu riches, éparses dans la contrée de Schmöllnitz, alimentent l'usine d'amalgamation d'Arany-Idka.

Par contre, l'exploitation et le traitement des minerais de cuivre ont une grande importance. Les mines les plus riches se trouvent aux environs de Schmöllnitz et appartiennent au gouvernement; elles livrent des eaux vitrioliques qui sont traitées dans le bel atelier de cémentation de Schmöllnitz, des cuivres pyriteux et des cuivres gris très-argentifères. Les cuivres de cément et les minerais pyriteux subissent dans les deux usines de Schmöllnitz un traitement qui consiste en deux fontes au demi-haut-fourneau; les cuivres noirs sont raffinés au petit foyer. Les cuivres gris sont fondus dans l'usine d'Altwasser, et les cuivres noirs qui en proviennent soumis à l'amalgamation dans l'usine de Schmöllnitz. Les résidus de l'amalgamation passent dans les fontes de minerais non argentifères. Outre ces établissements appartenant au gouvernement, il en existe aux environs de Leutschau et d'Iglo un assez grand nombre exploités par des particuliers; ces derniers sont montés sur une petite échelle, mal dirigés et ne présentent aucun intérêt. Dans plusieurs localités les cuivres gris renferment une proportion notable de mercure, soit combiné avec le fahlerz, soit mélangé à l'état de cinabre. Nous avons appris, lors de notre passage à Schmöllnitz, qu'on faisait à l'usine de Hnilecz près Leutschau des essais pour recueillir ce métal dans le traitement du cuivre, mais on n'était arrivé encore à aucun résultat.

La haute Hongrie renferme un grand nombre d'usines à fer appartenant à l'industrie privée;

leurs produits sont exclusivement destinés à fournir à la consommation de l'agriculture dans le nord de la Hongrie. A cet effet, une multitude de petites usines échelonnées sur les cours d'eau, aux environs de Stosz, de Rosenau et de Tiszolcsz, élaborent les gros fers qui leur sont livrés par les grandes forges situées dans le voisinage. Toutes ces fabrications sont extrêmement imparfaites. Bien que les minerais soient très-abondants dans cette contrée et que les forêts soient loin d'être épuisées, il n'est pas probable que l'industrie du fer puisse y prendre une grande extension. Les voies de communication manquent pour transporter économiquement les produits dans le centre et le sud de la Hongrie où se trouvent les principaux centres de consommation, qui sont alimentés bien plus facilement par les usines de Styrie et de Carinthie placées sous tous les rapports dans des conditions plus avantageuses que celles de Hongrie.

Nagy-bánya.

Le district de Nagy-bánya, de même que celui de Schemnitz, fournit principalement des minerais auro-argentifères. Les mines y ont aussi beaucoup perdu de leur richesse, mais elles ont cependant plus d'avenir que celles de basse Hongrie. De plus, les minerais sont très-aurifères, et la petite quantité d'or qu'on en peut retirer par lavage direct suffit, toutes choses égales d'ailleurs, pour améliorer considérablement les conditions du travail. Les principales mines sont ouvertes autour des petites villes de Nagy-bánya et de Kapnick; leurs produits sont traités dans les quatre usines de Fernesely près Nagy-bánya, Kapnick, Lapos-bánya et Bajutz; les deux dernières ne traitent pas de minerais riches.

Les minerais de plomb employés à l'extraction de l'argent sont fournis par les mines de Felsö-bánia, et le plomb métallique par des fonderies établies dans la même localité.

Une seule usine à cuivre très-peu importante, celle de Borsa, livre annuellement un millier de quintaux de ce métal.

Banat. Le chef-lieu du district minéralogique du Banat est à la petite ville d'Orawicza, qui occupe à peu près le milieu d'une ligne dirigée N.-S., sur laquelle se trouvent toutes les mines de cuivre. L'extraction de ce métal est de beaucoup la branche la plus importante de l'industrie minérale du pays, et cependant la production annuelle n'excède pas 5 à 6000 quintaux. Elle atteignait il y a quarante ans un chiffre six fois plus considérable. L'énorme diminution qu'elle a éprouvée doit être attribuée autant à la mauvaise organisation de la propriété minérale, qu'à l'appauvrissement des gîtes. L'exploitation a toujours été conduite de la manière la plus vicieuse; des fautes irréparables ont été commises, et aujourd'hui on ne peut plus songer à régulariser les travaux. Les mines de cuivre forment quatre centres, Orawicza, Dognaska, Szaszka et Moldava, et alimentent cinq usines. Celle de Dognaska seule traite des minerais argentifères consistant en cuivre gris et pyriteux mélangés de galène. Les cuivres noirs sont très-plombeux et très-riches en argent; ils passent successivement à la liquation et à l'amalgamation. On traitait autrefois à Dognaska les mattes cuivreuses argentifères et aurifères provenant des usines d'argent de Transylvanie; mais on y a renoncé depuis quelques années à cause de la difficulté du transport. Les quatre autres usines traitent par des procédés ex-

trêmement imparfaits des cuivres carbonatés, silicatés, pyriteux et sulfurés non argentifères.

A la quantité d'or et d'argent que donnent les cuivres noirs de Dognaska, il faut ajouter celle fournie par la mine de Rez-bánya, située sur les frontières de Transylvanie, et par les lavages de sables aurifères que pratiquent de temps immémorial les Zigeiner.

La seule usine à zinc qui existe en Hongrie est située à Dognaska; elle livre annuellement 2000 quintaux de zinc brut.

Le gouvernement possède en outre trois usines à fer qui produisent 12.000 quintaux de fer de qualité médiocre.

Transylvanie.

La Transylvanie ne forme qu'un seul district. Toutes les mines métalliques, si l'on en excepte deux ou trois exploitations sans importance ouvertes dans le pays des Szecklers et sur les frontières de la Moldavie, sont concentrées dans un cercle qui n'a pas plus de 30 kilomètres de diamètre, dans le massif des montagnes de Bihar, qui sépare la grande plaine de la Hongrie de celle de Transylvanie. Les principaux centres d'exploitation sont : Zalathna, Nagyág, Abrud-bánya, Verespatak et Offenbánya. Trois usines, Zalathna, Offenbánya et Cserdets, sont consacrées au traitement métallurgique des minerais argentifères et aurifères; elles retirent le plomb qu'elles emploient de l'usine de Radnau, située près d'Olfenbánya.

La production en cuivre est très-minime; elle se borne à la petite quantité qu'on retire des dernières mattes provenant du traitement des minerais d'argent.

Il n'existe, à notre connaissance, qu'une seule

usine à fer en Transylvanie, celle de Vajda Hunyad. Elle est sans importance.

Production. La production des divers établissements que nous venons d'énumérer peut être établie de la manière suivante :

Or (1).	Basse Hongrie. . .	500 marcs.
	Haute Hongrie. . .	100
	Nagy-bánya. . . .	600
	Banat.	100
	Transylvanie. . .	2.500
	Total. . .	3.800
Argent.	Basse Hongrie. . .	30.000 marcs.
	Haute Hongrie. . .	10.000
	Nagy-bánya. . . .	20.000
	Banat.	2.000
	Transylvanie. . . .	6.000
	Total. . .	68.000
Cuivre..	Basse Hongrie. . .	4.000 quint.
	Haute Hongrie. . .	15.000
	Nagy-bánya. . . .	1.000
	Banat.	5.000
	Transylvanie. . . .	»
	Total. . .	25.000

(1) Je me servirai dans le cours de ce mémoire des mesures autrichiennes qui sont généralement usitées dans toute la Hongrie.

Comme mesure de poids on emploie le quintal de Vienne = 56 kilogrammes.

Le quintal est partagé en 100 livres, la livre en 2 marcs, le marc en 16 loths, le loth en 4 quentchen, le quentchen en 4 deniers.

La teneur des minerais en argent et or réunis est évaluée par loths et fractions de loths, de quart en quart; quelquefois, mais plus rarement, en deniers. La teneur

Le fer étant produit pour la majeure partie dans des usines appartenant à des particuliers, il serait très-difficile de connaître, même approximativement, la quantité qui est annuellement livrée au commerce.

---

en or est définie par le nombre de deniers que contient un marc de l'argent aurifère resté sur la coupelle.

Les mesures de longueur sont la toise de Vienne partagée en 6 pieds de $0^{m},316$, et ses subdivisions. On se sert en général d'une notation abrégée pour désigner les pieds et les pouces; c'est un accent pour le pied et deux pour le pouce.

Les mesures de volume qui servent pour les charbons sont très-variables d'un lieu à un autre. En basse Hongrie on se sert du *maas* de Scharnowitz, qui équivaut à 6,3 pieds cubes; à Nagy-bánya, du *saam*, qui vaut 12 pieds cubes et par fois 12,33; en Transylvanie et dans le Banat, d'un autre maas de 16 pieds cubes. Au reste, pour éviter les confusions, j'aurai soin de traduire tous les volumes en pieds cubes.

La seule monnaie en usage dans les usines est le florin de convention, valant d'après le cours de 1841, $2^{f},52$ de notre monnaie. Le florin est partagé en 60 kreutzers.

Il est d'usage en Hongrie, dans les usines, de ne comprendre sous la dénomination de lit de fusion que la somme des minerais et des schlichs. Les mattes et les fondants, scories, calcaire ou quartz; les produits accessoires à retraites, tels que cadmies, dépôts loupo-ferreux, débris de fourneau; les agents artificiels des opérations, plomb métallique, litharges, abstrichts, etc., sont comptés en dehors, et on en indique la quantité à tant p. 0/0 du lit de fusion.

On a coutume aussi d'évaluer la quantité de matières fondues dans un fourneau par le nombre de quintaux du lit de fusion, défini comme je viens de le dire, passé en un poste de 12 heures. Ce nombre est ce qu'on appelle un *schicht*. Les campagnes et la main-d'œuvre pour tout ce qui concerne les usines sont comptées en *schicht*.

Pour la consommation en charbon on la rapporte soit à 100 q. du lit de fusion, soit à un poste.

Minerais. Les minerais traités dans les usines à or et argent peuvent être partagés en trois classes bien distinctes :

1° Les *minerais auro-argentifères*, comprenant tous les minerais, quelle que soit leur nature, dont les métaux précieux constituent la valeur principale. Ils peuvent contenir du cuivre et du plomb, mais seulement d'une manière accidentelle.

2° Les *minerais pyriteux*. Ils sont employés comme sulfurants dans le traitement métallurgique, et sont appréciés, par conséquent, d'après la quantité de mattes qu'ils peuvent donner, laquelle doit s'élever à 48 p. o/o au moins, pour qu'ils soient reçus aux usines. Ils se composent presque exclusivement de pyrite de fer un peu aurifère, avec des traces de pyrite cuivreuse.

3° Les *minerais de plomb* consistant en galènes argentifères qui doivent contenir au moins 30 p. o/o de plomb pour être reçues aux usines, ou 20 p. o/o seulement si elles renferment en outre 1 loth au moins or et argent.

Les minerais de la première classe renferment les espèces minérales suivantes :

L'or natif,
L'argent natif,
L'argent sulfuré,
L'argent noir,
L'argent rouge,
Les tellurures d'or et d'argent (1).

---

(1) Les mineurs de Transylvanie distinguent sept espèces de minerais tellurifères, savoir : le tellure natif (gediegen tellur), le tellure jaune (gelbe tellur), le tellure graphique (schrift erz), le tellure blanc (weisstellur),

L'argent sulfuré et l'argent noir sont les plus communs; c'est probablement de ces minéraux que sont composés les filets et les veinules noirâtres répandus dans le quartz, qui forment la majeure partie des minerais d'argent à Nagy-bánya et à Schemnitz.

L'argent rouge ne se trouve pas d'ordinaire dans les grands filons, il forme à lui seul des veines transversales à celles où se rencontrent les minéraux précédents et qui sont à la fois moins étendues et moins régulières.

L'argent natif paraît être rare.

L'or natif au contraire est commun et constitue tous les minerais d'or; il faut en excepter toutefois les minerais tellurifères comprenant trois espèces bien distinctes, dans lesquelles l'or se trouve

---

le tellure gris (gran tellur), l'argent telluré (tellur silber) et le tellure feuilleté (blattererz); mais en rapprochant les résultats des analyses qui ont été faites jusqu'ici, il paraît évident que le nombre des espèces minéralogiquement et chimiquement distinctes est de cinq seulement, savoir :

1° Le tellure natif (rareté minéralogique rencontrée seulement dans les mines de Faczebája, près de Zalathna).

2° Le tellure jaune ou acide tellurique natif (très-rare; trouvé à Nagyág).

3° Le tellurure d'or, proprement dit AuT^3, mélangé en quantités variables de tellurure d'argent AgT, d'antimoine, plomb, cuivre, etc. Il contient moyennement 26 à 28 p. 0/0 d'or. A cette espèce se rapporteraient le schrift erz et le weisstellur.

4° Le tellurure d'argent AgTe, mélangé d'une faible proportion de tellurure d'or AuTe. Il renferme à peu près 60 p. 0/0 d'argent. Il comprendrait le tellur silber et le gran tellur.

5° Enfin le tellurure plombifère AuTe + 4PbTe. C'est le blattererz le plus commun de tous ces minerais. Il contient peu ou point d'argent et 6 à 7 p. 0/0 d'or.

combiné au tellure, mais ces minerais sont de véritables exceptions. On ne les a rencontrées encore que dans trois localités assez voisines les unes des autres : Nagyág, Offenbánya et Faczebája, et dans la dernière ils ne forment guère que des accidents. Par contre, à Offenbánya, et surtout à Nagyág, la richesse est très-grande. Il est remarquable que ces tellurures, que leur composition différencie si nettement des autres minerais d'or et d'argent, aient un gisement identique, et que tout semble indiquer que leur apparition a eu lieu dans les mêmes circonstances.

Gisement. Sauf quelques très-rares exceptions, les filons argentifères et aurifères courent dans des porphyres dioritiques (Grünstein porphyr) formés par une pâte verdâtre compacte d'amphibole et de feldspath dans laquelle sont disséminés des cristaux de ces deux substances (la première domine presque toujours). Ces porphyres contiennent accidentellement des cristaux de quartz et passent alors tantôt au porphyre quartzifère quand l'amphibole disparaît, et que la pâte devient argileuse, tantôt au porphyre syénitique, et même à la syénite, quand le quartz devient abondant et que la pâte disparaît. Ils sont en général durs et résistants comme toutes les roches amphiboliques, mais au voisinage des filons ils sont d'ordinaire à demi décomposés, friables et pénétrés de pyrite. Ce minéral n'y est pas toujours visible, mais sa présence se manifeste par une teinte ocracée caractéristique que prennent les débris porphyriques dans les haldes quand ils ont été exposés quelque temps à l'air humide. Les mineurs valaques de Transylvanie ont donné des noms particuliers à ces deux variétés qu'ils ren-

contrent à chaque instant dans leurs travaux, et dont la distinction est des plus importantes pour l'exploitation. Ils ont nommé *Czoreszk* ou *roche sauvage*, le porphyre résistant qui toujours est stérile en métaux précieux, et *piatra buna*, *bonne pierre*, le porphyre décomposé et pyriteux qui encaisse les filons.

Les porphyres dioritiques se retrouvent avec les mêmes caractères à Schemnitz, Kremnitz, Nagy-bánya, Kapnick, dans toute la Transylvanie, le Banat et la Servie. Ainsi, ils accompagnent les gîtes métallifères sur l'immense développement que présentent la chaîne des Karpathes et ses annexes, depuis Schemnitz jusqu'au cœur de la Servie. Les filons cuivreux de la contrée de Neusolh et ceux de haute Hongrie sont les seuls qui ne soient pas en relation avec eux. Sur toute cette étendue ils ont percé des terrains d'âge très-différents. Ainsi, à Schemnitz, ils ont fait éruption au milieu du terrain de transition modifié, et c'est peut être à leur apparition qu'est dû l'état cristallin des roches stratifiées qu'ils traversent. Dans la contrée de Nagy-bánya et en Transylvanie, ils se sont épanchés au milieu des grès des Karpathes qu'ils soulèvent et dont ils empâtent des blocs, ce qui prouve clairement que leur éruption est postérieure à l'époque du grès vert. Dans le Banat, on les retrouve au contact du terrain de transition et de masses calcaires dont l'âge n'est pas bien déterminé. Partout leur connexion avec les filons argentifères et cuivreux est évidente, mais elle se manifeste d'une manière très-variée dans les diverses localités; c'est ce qui rendrait extrêmement intéressante une étude comparative de ces roches et des gîtes métallifères qui les accompa-

gnent dans le Banat, la Transylvanie et la basse Hongrie. On n'a recueilli encore que des faits épars; il reste là un vaste champ de travaux géologiques qui éclairciraient probablement les questions encore obscures qui se rattachent aux relations des roches ignées et des filons.

On sait que les trachytes sont extrêmement communs au voisinage des grands centres d'exploitation de la Hongrie, mais il paraît bien établi que leur présence dans cette position doit être considérée comme accidentelle ; elle est due peut-être à ce que des contrées bouleversées par des éruptions antérieures formaient des points de moindre résistance aux épanchements postérieurs. On avait dit que, dans quelques mines, les filons pénétraient dans les trachytes, et la mine de tellure de Nagyág avait été citée comme offrant des exemples de ce fait : cette assertion est tout à fait inexacte. Les mineurs de Nagyág savent si bien qu'ils n'ont rien à trouver dans le trachyte qu'ils ont désigné par le même nom de *pierre sauvage* ou *stérile* cette roche et le grünstein résistant.

Minerais considérés sous le rapport du traitement.

Sous le rapport du traitement, les minerais d'or et d'argent peuvent être partagés en quatre catégories.

1° Les minerais d'or proprement dits contenant l'or à l'état natif et peu ou point d'argent.

2° Les minerais auro-argentifères, dont l'or peut être extrait en partie par lavage ou amalgamation au sortir du bocard.

3° Les minerais argentifères contenant accidentellement de l'or, mais pas en assez grande quantité pour qu'il y ait avantage à l'extraire dans la préparation mécanique.

4° Les minerais de triage, riches ou pauvres en

or, pour lesquels les pertes du bocardage compenseraient et au delà les bénéfices de l'extraction préalable de l'or.

Traitement des minerais de 1re catégorie.

Les minerais de la première catégorie ne passent pas au travail métallurgique. Ils sont seulement lavés par un procédé pratiqué de temps immémorial en Transylvanie et que son extrême simplicité maintiendra longtemps encore, malgré les graves inconvénients qu'il présente. Il consiste à réduire le minerai en poussière très-fine et à le laver sur des tables inclinées recouvertes de toiles; les sillons presque imperceptibles formés par la trame suffisent pour arrêter les paillettes d'or natif. Les matières terreuses et la plus grande partie des substances métalliques qui accompagnent toujours l'or sont entraînées par l'eau. Un lavage à la sébille et une amalgamation au mortier terminent ce travail et donnent l'or allié à une faible proportion d'argent.

Lavages d'or de Verespatak, Wulkoj, etc.

Ces lavages d'or ont une grande importance en Transylvanie, et par la valeur des produits qu'ils fournissent, et par le nombre des bras qu'ils emploient. Dans les vallées qui environnent les petites villes d'Abrud-bánya et de Körös-bánya, toutes les populations sont, depuis l'occupation romaine, vouées à l'exploitation des mines qui, sauf quelques exceptions, leur est librement concédée. Les gisements principaux de cette contrée sont ceux de Verespatak et de Wulkoj. Le premier a acquis par sa richesse une très-grande célébrité, et bien que depuis dix-sept à dix-huit siècles au moins il soit l'objet de travaux continus, il est loin encore d'être épuisé. Chaque famille dans le pays possède un bocard de six à neuf pilons et une ou deux tables de lavage, consistant en une

planche inclinée soutenue sur une maçonnerie grossière ou de l'argile damée. Les hommes extraient le minerai et le transportent; les femmes et les enfants alimentent le bocard et lavent le schlich. Il se fait bien parfois des associations partielles, mais jamais elles ne sont assez nombreuses pour que ces petites industries en soient notablement améliorées. On conçoit les difficultés qu'on éprouverait à réformer un pareil état de choses; d'ailleurs on n'aurait guère intérêt à le faire, attendu que la main-d'œuvre est à vil prix, et que d'autre part les gîtes aurifères, qui ont si longtemps servi d'aliment à ces populations, sont tellement bouleversés, qu'il serait en général impossible de les aménager d'une manière quelconque; seulement il aurait pu être utile dans l'intérêt de tous, d'encourager les associations, de chercher à les organiser sur une plus grande échelle, de manière à monter des ateliers où le lavage aurait été fait d'une manière plus économique et moins imparfaite. On serait arrivé ainsi à réduire les pertes immenses qu'on éprouve dans le travail actuel. En effet, la substance utile des minerais passés sur les toiles est principalement l'or natif, mais il s'y trouve aussi de l'argent engagé dans diverses combinaisons que le mode de lavage employé laisse perdre en presque totalité.

les aurifères. Plusieurs rivières de Transylvanie roulent des sables aurifères, mais ils ne sont guère exploités que par quelques troupes de Bohémiens qui ne se livrent à ce travail que d'une manière très-irrégulière. Une compagnie s'était organisée à Vienne pour entreprendre des lavages en grand sur les bords de l'Aranyos; mais ce projet, qui paraissait présenter beaucoup de chances de suc-

cès n'a pu être mis à exécution ; nous en ignorons la cause.

Dans la seconde catégorie sont compris presque tous les minerais de Transylvanie et de Nagybánya destinés aux usines, et une partie de ceux de basse Hongrie. Au sortir du bocard, et avant de les soumettre au lavage ordinaire sur des tables dormantes, jumelles ou à secousses, on les fait passer sur des toiles ou dans des moulins d'amalgamation afin d'en retirer une certaine quantité d'or natif. On a donné à l'or ainsi extrait le nom de *mill gold* ou or de moulin, depuis que dans certaines localités les moulins tyroliens ont remplacé les toiles dont l'usage était général il y a peu d'années.

Extraction du mill gold.

L'extraction du mill gold a une très-grande influence sur la prospérité et même sur l'existence de la plupart des mines de Hongrie et de Transylvanie. Elle constitue fréquemment à elle seule tout le bénéfice des exploitations, et par suite elle soutient celles dont les produits sont si pauvres, que les frais de la préparation mécanique et du fondage absorberaient la valeur des métaux précieux. On conçoit très-bien en effet que la proportion du mill gold, bien qu'elle ne s'élève qu'à une fraction excessivement petite de la masse totale des minerais, donne encore un bénéfice considérable puisque son extraction ne coûte rien ou à peu près, tandis que répartie sur le poids total des schlichs elle n'augmenterait pas d'une manière sensible leur richesse, et dans tous les cas sa valeur disparaîtrait devant les frais de tout genre qu'exige un traitement compliqué ; il suffit de citer quelques chiffres pour rendre ce fait évident. On estime que dans des conditions

moyennes une teneur de 6 loths pour 1,000 quintaux en mill gold dans les minerais, couvre tous les frais du travail souterrain et de l'extraction. Supposons un minerai contenant cette proportion de 6 loths en mill gold, et donnant dans le lavage ordinaire 60 quintaux de schlich à 2 loths. Si on avait soumis les boues au lavage sur les tables au sortir du bocard, sans en extraire l'or de moulin, celui-ci aurait passé dans le schlich, mais non pas intégralement ; il aurait subi à peu près la même perte que le reste des métaux précieux, c'est-à-dire 30 p. 0/0 au moins. Il restait donc 4 loths à répartir sur 60 quintaux, soit 1/15 de loth par quintal, ou ce qui revient au même, un denier, c'est-à-dire une quantité négligeable, car dans l'estimation de la quantité d'or contenue dans les minerais, les échelles de vente sont construites de 2 en 2 deniers, et le point de départ est 2 deniers. Et cependant, nous l'avons dit, cette minime quantité d'or, dont l'extraction préalable ne fait rien perdre aux schlichs de leur valeur, suffit à elle seule pour compenser tous les frais de l'exploitation. Aussi, une teneur de 6 loths pour 100 quintaux est-elle considérée comme assez élevée. On extrait fréquemment l'or de moulin de minerais qui n'en contiennent que 2 loths, c'est-à-dire 0,000,0006.

On voit, d'après cela, que l'appréciation de la valeur d'un minerai de bocard au sortir de la mine est basée sur trois éléments.

1° La quantité de mill gold rapportée à 100 quintaux de minerai brut ;

2° La proportion de schlich ;

3° La teneur du schlich en argent aurifère et pyrites.

Dans plusieurs établissements de basse Hongrie, les moulins tyroliens ont remplacé les tables recouvertes de toiles. Dans des circonstances ordinaires, c'est-à-dire pour des minerais tenant 5 à 8 loths de mill gold, ces appareils donnent 1 loth de plus que les toiles. La consommation en mercure est de une livre et demie pour 1,000 quintaux de minerai; elle est, comme on devait s'y attendre, à peu près indépendante de la teneur des minerais et proportionnelle à la masse totale des matières qui passent dans le moulin; aussi ce procédé ne peut-il être appliqué qu'à des minerais d'une certaine richesse; mais il ne faut pas non plus que leur teneur soit trop élevée, sans quoi une grande partie de l'or échapperait au mercure. Avec les toiles, une grande richesse ne peut jamais être un obstacle, puisqu'on peut à volonté augmenter le trajet que les boues ont à parcourir sans accroître notablement les frais du travail. En somme, c'est seulement dans certains cas spéciaux que les moulins ont une supériorité incontestable, et en général les toiles paraissent être d'un aussi bon emploi. Alors même qu'on se sert de moulin, on a reconnu qu'il y avait avantage pour des minerais riches, à faire passer au sortir de trois de ces appareils, disposés en étage, les eaux bourbeuses sur des planches recouvertes de toile. On gagne ainsi non-seulement une petite quantité d'or, mais encore du mercure.

Moulins tyroliens.

Du reste, pour des minerais très-riches en or natif, et même pour ceux dans lesquels la teneur en or rapportée à la masse des matières métalliques est considérable, quelle que soit d'ailleurs leur richesse absolue, on soumet à un lavage très-soigné la partie des schlichs qui occupe le haut

des tables dormantes et qui est encore très-riche.

éparation écanique. Il ne peut pas entrer dans notre plan de décrire ici la série des opérations du lavage proprement dit, qui n'offrent rien de particulier et sont même encore très-imparfaites. Si nous avons dit quelques mots de l'extraction du mill gold, c'est pour faire comprendre comment il se fait que des minerais d'une teneur extrêmement basse affluent dans la plupart des usines et surtout dans celles de Nagy-bánya et de Transylvanie.

iangues. Nous n'avons rien à mentionner relativement aux minerais pyriteux et plombeux, si ce n'est que leur gangue, de même que celle des minerais d'or et d'argent, est constamment le quartz.

§ I. — *Méthode du frischen ou traitement de Transylvanie.*

Origine e traitement. Le traitement par imbibition est un des plus anciens auxquels les minerais d'argent aient été soumis. On a dû, en effet, penser d'abord à faire agir le plomb métallique sur les matières argentifères, puisque c'est en définitive cette réaction qui est la base de toutes les méthodes de désargentation. L'idée plus complexe de réunir les deux opérations, celle où on obtient le plomb, celle où on introduit l'argent dans un composé tel qu'il en puisse être extrait ensuite d'une manière très-simple, suppose une chimie plus avancée, et d'ailleurs son exécution exige des précautions multipliées. Aussi l'imbibition des mattes par le plomb métallique hors du fourneau a-t-elle été dans tous les grands centres d'usine d'Europe la première méthode en usage. Les documents les plus anciens qu'on possède sur les usines de Frey-

berg, et qui ne remontent guère au delà des premières années du seizième siècle, prouvent qu'on y pratiquait alors l'imbibition, mais de la manière la plus grossière. Elle a disparu bientôt, remplacée par la fonte au plomb, qui, dans des conditions ordinaires, lui est certainement très-supérieure. En Hongrie, on n'a aucune donnée positive sur l'époque de la fondation des usines et sur les premiers procédés employés. Il est plus que probable que, de même que l'art des mines avait été importé par des Saxons dans la Hongrie occidentale, les premières usines de ce pays, celles de Schemnitz, furent modelées sur les usines saxonnes. Ainsi on a dû se servir primitivement, comme à Freyberg, de petits fourneaux à cuve à creuset intérieur et sans percée qui n'étaient en feu que 6 heures. La matte était désargentée par du plomb métallique fondu dans le creuset, qu'on ne retirait que lorsque le feu était arrêté. A ces fourneaux on substitua, à Freyberg, vers le milieu du seizième siècle, les krümmofen ou fourneaux courbes, qui ne différaient des précédents qu'en ce que le creuset était extérieur, et que dès lors le travail pouvait être continu. Il est impossible de préciser l'époque où ces fourneaux ont été introduits en Hongrie. Ce qui est bien certain, c'est que tandis que dès 1588 on les avait remplacés en Saxe par des demi-hauts-fourneaux pour les fontes crues, ils ont été en usage en Hongrie pour toutes les fontes jusque vers la fin du siècle dernier.

Méthode e[mployée au d[ix-]huitième siè[cle].

Schlutter et après lui Jars et Duhamel ont décrit d'une manière complète le procédé de fondage employé à Schemnitz vers le milieu du dix-huitième siècle. Il consistait en une fonte crue et une fonte d'imbibition, faites toutes deux dans

L'amalgamation n'a donc eu à Schemnitz qu'une existence de très-courte durée, et partout on est revenu à l'imbibition; seulement cette opération a été modifiée dans plusieurs de ses parties vers l'année 1794. Les krümmofen ont été remplacés par des demi-hauts-fourneaux, une fonte intermédiaire ajoutée, l'oxyde de fer introduit dans la fonte crue pour constituer les scories, remplacé par du calcaire, etc.; on a adopté, en un mot, le procédé que je vais décrire et qui n'est plus en usage aujourd'hui que dans les trois usines de la Transylvanie, Offenbánya, Zalathna et Cserdets. Je ne parlerai que des deux premières, car je n'ai pu suivre le traitement dans l'usine de Cserdets, qui est, au reste, de beaucoup la moins importante des trois.

La méthode du frischen se compose de trois opérations principales :

[...]onte crue.

1° La fonte crue (*roharbeit*), où on traite les minerais pauvres, qui ne sont pas en général par eux-mêmes très-sulfureux, avec une quantité considérable de pyrites destinées à constituer la matte qui doit retenir l'or et l'argent. La richesse maximum des minerais soumis à cette fonte est déterminée par la condition que les scories puissent être rejetées sans perte. Son chiffre doit varier, ainsi que nous le verrons bientôt, avec la quantité d'or contenue dans les minerais, toutes choses égales d'ailleurs.

[...]ncentration [...]eich arbeit)

2° Les mattes produites par cette opération passent après grillage au travail de l'enrichissement (*anreich arbeit*); avec des minerais d'une richesse intermédiaire on produit ainsi de nouvelles mattes.

Imbibition (*frisch arbeit*).

3° Dans la troisième fonte (*frisch arbeit*), on traite ces mattes et les minerais riches, qui donnent une nouvelle matte d'une teneur plus élevée, laquelle est, à sa sortie du fourneau, imbibée dans du plomb pauvre, et lui cède la plus grande partie de l'or et de l'argent qu'elle contient. Cette imbibition est répétée plusieurs fois jusqu'à ce que la matte soit assez riche en cuivre pour être considérée comme matte de cuivre (*kupferleche*) et passer au travail de ce métal.

Minerais

Les minerais comprennent toutes les espèces que nous avons énumérées (page 98); ils sont tous très-aurifères. L'usine d'Offenbánya traite le schrifterz extrait dans les mines voisines. Les tellurures de Nagyág sont fondus à Zalathna.

Gangues.

Le quartz ordinairement hyalin et blanc, et parfois diversement coloré est la gangue de tous ces minerais; il faut en excepter les tellurures de Nagyág qui sont toujours accompagnés de manganèse carbonaté et silicaté. La baryte sulfatée et la chaux carbonatée ne forment que des accidents dans les filons, et ne sont pas assez abondantes dans les minerais pour avoir quelque influence sur le traitement métallurgique.

Fourneaux à cuve.

L'usine d'Offenbánya renferme quatre demi-hauts-fourneaux de même dimension à section similaire et à deux tuyères (Pl. *III*, fig. 1 à 5). Leur hauteur, comptée de la pierre du fond au gueulard, est de 16 pieds; ils ont 3 pieds de diamètre à la sole et au gueulard, 3 1/2 à la hauteur des tuyères, lesquelles sont placées latéralement en regard l'une de l'autre à 5 pieds au-dessus de la pièce de fond. Pour ce qui concerne le creuset, les bassins de percée, les voies de scories, les coulées, les chambres de condensation, la figure indique assez clai-

rement les dispositions adoptées qui ne diffèrent aucunement, au reste, de celles en usage dans toutes les usines hongroises. La chemise des fourneaux est construite en grauwacke grossière formée principalement de galets de quartz agglutinés par un ciment très-siliceux ; les massifs sont en porphyre.

A Zalathna, on se sert pour les fontes crues de hauts-fourneaux de 20 pieds, et pour les fontes d'imbibition de demi-hauts-fourneaux de 16 pieds ; la concentration se fait indifféremment dans les uns ou dans les autres. Tous ont une section trapézoïdale ; les hauts-fourneaux sont munis de deux tuyères, les demi-hauts-fourneaux n'en ont qu'une seule placée au fond. La hauteur des tuyères, au-dessus des pierres de sole, n'est que de 3 1/2 pieds.

Fourneaux de coupelle.

A Offenbánya, le fourneau de coupelle est carré et à 8 p. 1/2 sur 5 1/2. J'ignore quels sont les motifs qui ont fait adopter cette disposition, qui avait été essayée sans succès à Bajutz dans le district de Nagy-bánya ; le fourneau de coupelle de Zalathna est rond et ne diffère en rien des fourneaux hongrois ordinaires.

Machines soufflantes

Les machines soufflantes sont à Offenbánya des cagnardelles qui donnent un air humide et peu comprimé ; il ne paraît pas que ces circonstances aient présenté d'inconvénients dans le travail. A Zalathna, on emploie des caisses carrées en bois ; on évalue à 700 pieds cubes la quantité d'air lancée dans un fourneau par la fonte crue. Pour les deux autres opérations elle se réduit à 600 ou 650 au plus.

Main-d'œuvre.

Le service d'un fourneau à cuve, soit demi-haut-fourneau, soit haut-fourneau, exige quatre

hommes, deux ouvriers et deux aides, travaillant douze heures; ils sont payés d'après la quantité de minerai qu'ils fondent par poste.

Combustibles

L'usine d'Offenbánya consomme du sapin qui arrive par flottage sur l'Aranyos des forêts de Topanfalva et qui est carbonisé à l'usine. A Zalathna on emploie des charbons de chêne et de hêtre fabriqués dans les forêts qui avoisinent la ville. Il est nécessaire de mentionner ces circonstances pour expliquer les différences que nous trouverons dans la consommation de ces deux usines.

Passons maintenant à la description du travail.

Fonte crue.

La fonte crue est certainement de toutes les opérations qui constituent le traitement des minerais d'or et d'argent, celle dont l'exécution est la plus délicate. Il s'agit en effet, dans cette fonte, de concentrer dans une petite quantité de mattes la presque totalité des métaux précieux disséminés dans une masse énorme de matières stériles et de ne produire que des scories si pauvres qu'elles puissent être rejetées sans perte. On a, par conséquent, grand intérêt à soumettre à cette opération la plus grande proportion possible de la masse totale des minerais, puisqu'elle ne donne lieu à aucune de ces refontes de produits accessoires, crasses et scories, qui sont la plaie des traitements de ce genre. En d'autres termes, on doit viser à élever autant que possible la teneur maximum des minerais *pauvres* qui sont destinés à ce premier travail. La difficulté principale consiste à fixer dans chaque cas particulier cette teneur maximum, c'est-à-dire à traduire en chiffres l'expression de pauvres dans le sens qu'on lui attribue dans

le traitement. Or, on s'est assuré que pour des minerais de même teneur en or et argent réunis, mais de richesse différente en or, la perte par les scories était d'autant plus grande qu'ils étaient plus aurifères, ce qui revient à dire que l'or montre bien plus de tendance que l'argent à passer dans les laitiers. On ne peut pas supposer qu'il se passe ici autre chose qu'une action mécanique; l'or s'infiltre dans la scorie, et n'en peut plus être retiré par la matte, qui d'ailleurs ne se forme qu'en très-petite proportion. On sait de plus que l'or ne peut être retenu dans les mattes qu'allié au cuivre et à l'argent métallique qu'elles contiennent, et qu'il a d'autant moins de tendance à se combiner à elles qu'elles sont plus sulfureuses et que le sulfure de fer y est plus dominant; or, dans le cas actuel nous trouvons réunies toutes les circonstances les plus défavorables à cette combinaison; la matte est en petite quantité, elle est presque exclusivement composée de sous-sulfure de fer; le cuivre n'y entre que pour des traces et doit nécessairement s'y trouver en combinaison avec le soufre; les scories sont abondantes, peu fluides en général, car ce sont des bisilicates, etc.

Ainsi, c'est la teneur en or bien plutôt que celle en argent aurifère (la seule qu'on évalue ordinairement) qui doit rester constante d'un lieu à un autre pour les minerais de fonte crue, si on veut produire dans tous les cas des scories à rejeter; tandis qu'en basse Hongrie, où l'or entre à peu près pour quelques millièmes dans la quantité d'argent, on passe aujourd'hui au travail cru des minerais contenant jusqu'à 2 1/4 loths au quintal, en Transylvanie, où le marc d'argent de

coupelle tient 40 deniers d'or moyennement, la teneur maximum des minerais de fonte crue est 8 deniers ou 1/2 loth seulement. La règle admise aujourd'hui est que la matte crue ne doit guère contenir au delà d'un loth or et argent.

On fixe la quantité de matte à produire, et par suite sa teneur, par la masse plus ou moins grande de pyrites ajoutées; celles-ci introduisent de plus dans le lit de fusion une petite quantité d'or et d'argent.

Il est indispensable que les scories soient fluides, afin que leur séparation d'avec la matte soit bien nette et que les pertes d'or par infiltration soient les plus petites possibles. On arrive à les rendre telles : 1° en donnant au fourneau une allure chaude; 2° par l'addition de calcaire et de scories d'imbibition (*frisch schlake*) en quantité considérable.

Ces scories sont un très-bon fondant, car ce sont ordinairement des sous-silicates ou au plus des silicates simples qui dans la fonte crue se transforment au contact des minerais quartzeux en bisilicates; mais leur emploi a néanmoins le grand inconvénient d'augmenter beaucoup la masse déjà si considérable des laitiers, et par suite la dépense en combustible ainsi que les pertes. Il vaudrait bien mieux, comme Jars et Duhamel l'ont proposé, et comme on le fait à Nagy-bánya, supprimer complétement l'addition des scories et les remplacer par des pyrites grillées. Nous verrons plus loin que cette substitution présente des avantages évidents, bien qu'elle exige une nouvelle manipulation, la refonte des scories riches de l'imbibition qui devrait avoir lieu séparément.

Il est malheureux que les mines de Nagyág soient aussi éloignées de Zalathna, car on pourrait aussi remplacer avec beaucoup d'avantage le calcaire ordinaire par le manganèse carbonaté.

Passons maintenant aux mélanges à fondre ; ils se composent à Offenbánya :

Lit de fusion.	Minerais, schlichs pauvres et poussières des chambres de condensation.	55
	Schlichs de pyrite.	45
Fondants.	Calcaire.	16
	Scories d'imbibition.	72
		188

A Zalathna on passait pour la même fonte au haut-fourneau :

Lit de fusion.	Minerais et schlichs pauvres.	30
	Poussières (flügstaube).	20
	Pyrites.	50
Fondants.	Loups ferreux grillés (Eisenklösse). .	2
	Calcaire.	12
	Scories d'imbibition.	130

On conduit la fonte chaudement, et pour cela on dispose les tuyères presque horizontalement et on donne beaucoup de vent. Pour diminuer la quantité de schlichs entraînée par le vent dans les chambres de condensation on mouille de temps en temps les minerais au gueulard.

Le minerai est chargé par portions de 30 ou 40 livres, qu'on répartit uniformément sur toute la section du fourneau. Les engorgements provenant du défaut de fusibilité des matières sont assez rares ; quand ils arrivent, on y remédie en chargeant des mattes ou des scories seules pendant quelque temps ; mais vers la fin des campagnes les fourneaux s'encombrent fréquemment par les

loups ferreux qui s'attachent aux parois. Sous ce rapport, les fourneaux à section circulaire, où la température se répartit uniformément, ont paru supérieurs aux fourneaux rectangulaires ou trapézoïdaux. Dans ces derniers, les dépôts s'amassent plus facilement à cause des angles, et causent aussi plus de dégradation. Il est vrai que pour la consommation en combustible les fourneaux ronds sont moins avantageux.

Coulées.

L'intervalle qui sépare les coulées est assez variable avec la nature plus ou moins pyriteuse du lit de fusion. Ordinairement on perce toutes les trois ou quatre heures alternativement dans chacun des creusets de réception. La matte est tirée en disques. On tâche, pour favoriser le grillage auquel elle doit être soumise postérieurement, de l'obtenir en plaques aussi minces que possible.

A Offenbánya on passe 55 quintaux du lit de fusion en 24 heures, en consommant pour 100 quintaux 720 pieds cubes de charbon.

Consommatio

A Zalathna on fond 70 à 80 quintaux dans le même temps, et la consommation est bien moindre; elle ne dépasse pas 450 pieds cubes. Cette différence s'explique par l'emploi du haut-fourneau, par la suraddition des scories, et surtout par la nature des combustibles.

On fond dans une campagne 16 à 24 schichts; en d'autres termes, un fourneau reste en feu de 9 à 13 jours, en comprenant les 24 heures de mise en feu. Il est évident que si les dosages étaient faits avec plus de soin, on pourrait éviter les engorgements qui obligent à mettre hors si promptement. On voit en effet, dans le district de Nagy-bánya, des fourneaux où on fait une opération analogue, avoir des campagnes de 8 à 10 mois.

rodults. Les produits de la fonte crue sont :

1° Des mattes (rohleche). On en obtient 14 à 15 p. o/o du lit de fusion. Leur teneur varie entre 14 et 18 deniers. Le marc d'argent aurifère tient 30 à 50 deniers d'or, soit 15 à 25 p. o/o. Elles passent après grillage à la fonte de concentration.

2° Des scories, 50 à 60 p. o/o du lit de fusion; elles sont rejétées.

3° Des dépôts ferrugineux (*eisenklösse*), rejetés.

4° Poussières (*flugstaube*), dont la composition est à peu près celle du lit de fusion; on en obtient 3 à 4 quintaux par campagne; elles sont repassées au même travail.

Fonte concentration sich arbeit). Grillage es mattes. Les mattes crues sont grillées en tas ou en cases. On en dispose 300 à 500 quintaux sur un lit de bois. La couche de mattes a environ 3 pieds d'épaisseur. A Zalathna le premier feu dure 8 à 10 jours, et est suivi de 3 à 4 autres qui sont moins longs. On consomme moyennement, dans chaque feu, 1/2 toise cube de bois pour 100 quintaux de mattes.

A Offenbánya, où les minerais pauvres sont très-abondants relativement aux minerais riches, on est obligé de passer une très-forte proportion de mattes dans la concentration. Il faut alors, pour n'y pas laisser trop de soufre, les griller fortement. Chaque feu dure 3 à 4 semaines et consomme, pour 100 quintaux, 3/4 toise cube de bois.

Dans la méthode hongroise ordinaire, telle qu'elle était et qu'elle est encore en partie employée en basse Hongrie, la fonte de concentration ne différait de la fonte crue qu'en ce que les mattes grillées remplaçaient la pyrite. Les fondants scories et chaux étaient les mêmes et chargés

dans les mêmes proportions. En Transylvanie, nous trouvons une nuance très-remarquable. L'addition des scories d'imbibition est complétement supprimée. Le calcaire, et surtout l'oxyde de fer provenant du grillage des mattes suffisent pour fondre le quartz des minerais. Cette modification est forcée ; car, nous venons de le dire, les minerais aurifères pauvres, ainsi que les pyrites, sont en énorme proportion : il en résulte une masse considérable de mattes crues. D'autre part, et par la même cause, les scories d'imbibition trouvent toutes leur emploi dans la fonte crue ; souvent même elles n'y suffisent pas, et alors on est contraint à se servir des scories de la concentration. Il fallait donc trouver un moyen d'utiliser les mattes et se procurer un autre fondant que les scories. L'emploi des mattes fortement grillées remplit de la manière la plus économique et la plus avantageuse ce double but. Il est évident que ce concours de circonstances est des plus favorables, puisqu'il réduit beaucoup la masse des matières à fondre, et par suite la consommation en charbon, ainsi que les pertes en or et en argent.

Minerais.

On passe dans cette fonte les minerais dont la teneur est comprise entre 10 et 20 deniers, ou, ce qui revient au même, 5/8 et 1 1/4 loth.

Lit de fusio

A Offenbánya on passe

Minerais et schlichs.	100
Mattes grillées.	160
Calcaire.	30 à 35

A Zalathna nous avons vu fondre un mélange qui se composait de :

Minerais.	70
Schlichs.	30
Mattes.	80
Poussières, eisenklösse, résidus, etc.	50
Calcaire.	20
Argile.	10

En principe, on devrait fondre dans la concentration parties égales de minerais auro-argentifères et de mattes. La proportion de calcaire ajoutée devrait varier de 20 à 30 p. o/o suivant la nature des gangues.

La fonte de concentration est conduite absolument comme la fonte crue, pour tout ce qui concerne l'allure du fourneau, les charges, les percées, etc.

Consommations. On passe à Offenbánya, par poste de 12 heures, 40 quintaux de minerais en consommant 640 p. o/o de charbon pour 100 quintaux.

A Zalathna, au haut-fourneau, le *schicht* s'élève à 45 quintaux, et la consommation à 600 p. o/o pour 100 quintaux.

Produits. Les produits sont :

1° Mattes enrichies contenant 3 à 4 loths et 30 à 50 deniers d'or au marc d'argent, c'est-à-dire 15 à 25 p. o/o. Elles constituent 30 p. o/o du lit de fusion ;

2° *Scories* de 50 à 55 p. o/o. En général on les rejette; mais parfois on est obligé de s'en contenter pour la fonte crue quand les scories d'imbibition manquent;

3° Eisenklösse, 8 à 10 p. o/o; ils sont repassés dans la même opération;

4° Poussières, 4 à 5 quintaux par campagne, repassées aussi dans la fonte d'imbibition.

On fond dans une campagne 15 à 22 lits de fusion ou postes.

Fonte d'imbibition (frisch arbeit)

Cette fonte est en tout semblable à la précédente; seulement les minerais et les mattes qui y sont traités ont une teneur plus élevée, et la matte riche qu'ils produisent est à sa sortie du fourneau soumise à l'action du plomb métallique.

Il est nécessaire, pour qu'il n'y ait pas confusion dans la description, de séparer le traitement d'Offenbánya dans celui de Zalathna qui en diffère à plusieurs égards.

Offenbánya.

Les mattes de la concentration sont grillées à quatre feux absolument de la même manière que celles de la fonte crue. On les joint aux minerais dits riches, c'est-à-dire d'une teneur au-dessus de 20 deniers, pour faire l'imbibition. Ordinairement on range ces minerais en deux subdivisions d'après leur richesse, et on les traite séparément. Les plus riches donnent des mattes qui repassent un très-grand nombre de fois à l'imbibition; on évite ainsi des répétitions inutiles : les tellurures sont dans ce cas. Nous devons remarquer en passant que la quantité de tellure étant du même ordre que celle de l'or, c'est-à-dire extrêmement minime, il est impossible d'apprécier le rôle que joue ce corps dans les réactions métallurgiques.

Le mélange se compose de :

Lit de fusion.	Minerais et schlichs riches.	70
	Minerais de cuivre riches en or (kieserz).	30
	Mattes grillées provenant, soit de la concentration, soit d'une imbibition riche précédente.	120
	Calcaire.	30

Jamais on n'ajoute de scories. Teneur moyenne du lit de fusion : 2 1/2 loths.

La quantité de plomb employée à la désargentation est très-peu considérable; elle ne s'élève

qu'à 3 p. o/o du mélange des divers minerais. (En Hongrie elle était de 30 p. o/o). Cette différence s'explique très-bien par celle de la richesse des lits de fusion, puisque, en définitive, on vise à obtenir des plombs d'œuvre de même teneur.

ırgentation. On fond à la fois, dans le creuset extérieur, 1 quintal 1/2 de plomb sous des charbons; dès qu'il est fondu on perce les mattes qui coulent sur le plomb; l'ouvrier agite le bain avec un ringard en fer pour faciliter les contacts et favoriser la désargentation; il ne s'arrête qu'au moment où la matte est près de se solidifier; on enlève alors celle-ci par disques minces : puis on recommence quand le creuset intérieur contient de nouveau une quantité suffisante de mattes. La même dose de plomb reste pendant 24 heures dans le creuset de percée. Au bout de ce temps, elle est suffisamment enrichie et on la coule en la puisant avec des poches, dans des moules hémisphériques en fer garnis d'argile. On en fait fondre alors une nouvelle dose de 1 1/2 quintal dans le second bassin de réception, où la désargentation s'opère comme je viens de l'indiquer. Pendant ce temps on nettoie et on répare le premier bassin qui s'est corrodé et considérablement agrandi pendant cette imbibition de 24 heures; on se sert ainsi alternativement des deux creusets extérieurs.

duite du feu. La fonte est conduite moins chaudement que celle de concentration, et cependant elle donne des produits plus fluides, soit à cause de la nature des gangues et des fondants, soit à cause de la proportion considérable de mattes qui sont chargées dans le fourneau ; car, outre celles des opérations antérieures qui sont préparées d'avance dans le mélange, on recharge à mesure, et même

souvent plusieurs fois, les premières mattes produites dans la même opération.

Mattes. 100 quintaux de minerais donnent 35 quintaux de mattes contenant 5 loths or et argent, et 5 deniers d'or au marc. On voit clairement ici combien le plomb enlève plus facilement l'or aux mattes que l'argent ; car, dans le lit de fusion, de même que dans tous les minerais d'Offenbánya réunis et les mattes des deux premières fontes, le marc d'argent contient 30 à 40 deniers d'or. La matte qui a subi l'action du plomb n'en contient plus que 5 au marc, c'est-à-dire que le plomb a agi six fois plus énergiquement sur l'or que sur l'argent. Mais, au total, la désargentation est bien imparfaite; car les 100 quintaux du lit de fusion contiennent 250 loths qui se répartissent à peu près intégralement sur les 35 quintaux de mattes. Celles-ci, à leur sortie du fourneau, tiennent donc tout au plus 7 loths, et il leur en reste, comme nous l'avons vu, 5 après qu'elles ont subi l'action du plomb, qui ne peut, d'après cela, leur enlever en une fois que les 2/7 de l'argent aurifère contenu. L'expérience a prouvé qu'au-dessous de cette teneur de 5 loths le plomb n'agissait plus d'une manière efficace.

Produits.

Les mattes ainsi obtenues sont fortement grillées et refondues avec des minerais pauvres et cuivreux, et la nouvelle matte, après avoir subi l'imbibition, repasse de nouveau par la même série d'opérations. A chaque fonte on se débarrasse ainsi d'une quantité considérable du fer qui constitue presque exclusivement l'élément basique des premières mattes en l'oxydant par grillage et le faisant passer dans les scories, tandis que le cuivre se concentre dans les nouvelles mattes. On conti-

nue ces fontes successives entremêlées de grillages jusqu'à ce que les mattes contiennent 16 p. o/o en cuivre. (Il faut parfois dix refontes pour en arriver à ce point.) Quant à leur teneur en argent, elle est de 5 loths à peu près ; mais il n'y reste plus que très-peu d'or. Sous ce rapport, la répétition des fontes nécessitée par le peu de richesse du lit de fusion est avantageuse ; car il est du plus grand intérêt de laisser le moins possible d'or dans les produits qui doivent passer au travail du cuivre, à cause des difficultés très-grandes qu'on éprouve à séparer ces deux métaux.

2° *Scories*. Les scories de l'imbibition sont plutôt des sous-silicates que des silicates, à cause de la grande proportion d'oxyde de fer que le grillage des mattes introduit dans les mélanges. Elles contiennent 1/8 loth au quintal ; elles repassent, comme nous l'avons vu, dans la fonte crue.

3° *Eisenklösse*. Les dépôts ferrugineux sont fréquents dans les campagnes d'imbibition et on devait bien le prévoir d'après la quantité énorme d'oxyde de fer qui est chargée dans le fourneau. Ils sont assez riches pour qu'on doive les repasser dans la même opération, après grillage avec les mattes.

4° *Poussières*. Elles sont très-pauvres, car elles proviennent uniquement des schlichs, lesquels sont toujours d'une teneur bien inférieure à celle des minerais proprement dits. On les refond soit dans la même opération, soit à la fonte de concentration.

On fond par 24 heures 45 à 50 quintaux minerais et schlichs, en consommant 8 à 900 pieds cubes de charbon. La consommation est assez va-

riable avec le nombre de refontes qu'on fait subir aux mattes.

Les campagnes sont de 10 jours.

La perte en plomb est assez considérable relativement à la manière dont ce métal intervient dans les opérations. Elle s'élève à 1/6 de la quantité totale fondue dans le bassin extérieur. Ainsi, de 3 parties de plomb pauvre qui doit agir sur les mattes, on retire 2 1/2 parties de plomb d'œuvre.

Zalathna. — Catégories des minerais.

A Zalathna, on partage les minerais riches de plus de 20 deniers en deux catégories. La première comprend des espèces minérales analogues à celles traitées à Offenbánya, à l'exception du schrifterz, et dans lesquelles il n'y a point de plomb et peu d'or. On range dans la seconde tous les minerais plombifères et ceux très-riches en or, qui sont assez communs dans ce district. Les minerais tellurifères sont en première ligne. Outre le plomb contenu dans le tellurure d'or, ils sont accompagnés d'une assez forte proportion de galène. Viennent ensuite des minerais extraits de divers filons où la galène figure comme minéral accidentel et se concentre par lavage; enfin des schlichs riches aurifères provenant des résidus des toiles.

1re classe.

La première catégorie est soumise à la fonte d'imbibition, semblable en tout point à celles que je viens de décrire à Offenbánya. Ainsi je n'ai pas à y revenir.

2e classe. Fonte au plomb.

Les minerais de la seconde classe subissent ordinairement une véritable fonte au plomb. On ajoute pour cela au lit de fusion une assez grande quantité de litharges, fonds de coupelle, abstrichts, schlichs de galène, etc.; car la proportion de plomb contenue dans les minerais passerait tout entière dans les mattes sans cette addition.

Ce qui a déterminé surtout à adopter ce mode de désargentation, c'est la présence de l'or en grande quantité dans les minerais. Il serait très-difficile d'en extraire jusqu'aux dernières traces par l'ancienne imbibition, quand bien même on répèterait un très-grand nombre de fois l'opération.

Imbibition mixte.

Mais on ne peut pas disposer à Zalathna d'une assez grande quantité de minerais de plomb et de matières plombifères pour que tous les minerais très-riches en or soient traités par ce procédé. On ne peut guère l'appliquer qu'aux minerais très-riches de Nagyág. On se résout alors pour la plus grande partie à adopter un traitement mixte. Pour cela on fait entrer dans les mélanges à fondre le plus possible de matières plombifères. Il en résulte du plomb d'œuvre et des mattes encore très-riches, qu'on imbibe à leur sortie du fourneau dans le creuset de percée. Cette imbibition se fait de diverses manières : tantôt on laisse couler ensemble le plomb et la matte dans un des bassins extérieurs où on a placé une certaine quantité de litharge en fragments; tantôt on se sert des deux bassins. Avant la percée, l'un est vide, l'autre contient soit du plomb métallique fondu, soit de la litharge. On perce d'abord dans le premier; le plomb produit dans le fourneau, qui occupe à raison de sa densité la partie inférieure du creuset intérieur, coule avant la matte. Dès que celle-ci commence à paraître, on bouche la percée et on coule dans le second bassin rempli d'avance de plomb ou de litharge; la matte s'y désargente à la manière ordinaire.

On ne se sert pas indifféremment de ces deux procédés. On emploie le premier lorsque la quantité de matières plombeuses chargées dans le

fourneau est de beaucoup inférieure à celle qui serait nécessaire pour opérer à elle seule la désargentation complète des minerais, c'est-à-dire quand les mattes qui sortent du fourneau sont très-riches; le second est réservé pour le cas où le plomb du lit de fusion suffit presqu'à lui seul pour s'emparer de tout l'argent et de l'or, ou en d'autres termes quand les mattes produites sont comparativement pauvres.

Il est aisé de prouver que cette distinction est très-bien motivée. En effet, dans le premier cas, le plomb et la matte coulant dans le creuset empâtent la litharge et la fondent. La réaction qui s'opère entre l'oxygène de la litharge et le soufre des mattes détermine la réduction du plomb. Ce métal se forme ainsi au milieu de la matte et en une multitude de points à la fois. Il la traverse goutte à goutte pour aller occuper le fond du bain; ainsi tout est calculé pour rendre le contact aussi intime que possible, et par suite favoriser la désargentation. D'ailleurs la matte étant très-riche, le plomb réduit le devient aussi, et n'appauvrit pas celui qui s'est formé dans le fourneau et a coulé le premier dans le bassin de percée. L'usage des deux bassins, qui est par lui-même assez gênant, ne présenterait dans ce cas aucun avantage.

Dans le second cas, il est au contraire de la plus grande utilité, car la matte étant très-appauvrie, ne peut donner par imbibition qu'un plomb d'œuvre pauvre, et on doit éviter de le mélanger sans nécessité au plomb d'œuvre riche qui coule du fourneau. Ce dernier, en effet, doit être passé immédiatement à la coupellation. Le premier subit encore plusieurs imbibitions.

L'idée de se servir de la litharge dans cette

opération n'est pas nouvelle, car on voit par le Mémoire de Duhamel et Jars qu'on l'employait partiellement en basse Hongrie vers 1750.

Voici un exemple de fonte au plomb et un autre de fonte mixte. On voit figurer ici dans les lits de fusion des minerais pauvres qui devaient passer à la concentration ou au moins à l'imbibition ordinaire, etc. C'est une irrégularité qui ne peut être expliquée que par la négligence avec laquelle les fontes sont dirigées dans les usines de Transylvanie. Je remarquerai que l'on ne grille jamais les galènes ou les minerais qui en contiennent, car elles sont toujours en petite quantité, et dès lors l'oxyde de fer produit par le grillage des mattes est plus que suffisant pour les réduire.

Fonte au plomb.

Lit de fusion.	Minerais d'or et d'argent.	40
	Minerais tellurifères de Nagyág.	8
	Minerais de la concentration au-dessous de 20 deniers.	49
	Minerais de cuivre riches en or.	2
	Minerais et schlichs plombifères. . . .	1

Mattes grillées de la concentration.		28
— d'une imbibition riche.		70
Poussières.		22
Matières plombeuses.	Fonds de coupelle. . .	3
	Litharge.	17
Fondants.	Calcaire.	24
	Argile.	1

La proportion de plomb contenue dans les divers éléments du mélange est telle, que le plomb d'œuvre produit contienne 32 à 36 loths d'or et d'argent; ce qui revient à charger 100 à 120 parties de plomb pour une d'argent.

Fonte mixte en se servant d'un seul bassin dans lequel on met du plomb.

Matte riche grillée.	200
Scories du même travail.	100
Litharge.	32
Argile.	30
Débris de fourneau (offenbrüche).	36
Plomb dans le bassin extérieur. .	30

On manquait à cette époque de minerais, et il y avait au contraire une énorme surabondance de mattes; il arrivait d'après cela que contre l'ordinaire, le mélange à fondre était beaucoup trop basique. On ajoutait, pour remédier à cet inconvénient, qui entraînerait des pertes considérables en plomb, des scories siliceuses et de l'argile; on passait ce lit de fusion lors de notre séjour à Zalathna.

Je n'ai rien à ajouter et à changer à ce que j'ai dit relativement aux produits et aux consommations pour l'usine d'Olfenbánya; nous retrouverions ici absolument les mêmes nombres. La perte en plomb seule est beaucoup plus considérable, et on le conçoit bien d'après la manière dont on le fait agir.

Les opérations que je viens de décrire constituent à vrai dire tout le traitement; elles ont concentré dans du plomb la totalité de l'or et les 3/5 de l'argent de tous les minerais; l'extraction définitive de ces métaux n'exige plus qu'une coupellation.

Travail du cuivre (kupfer arbe)

Il ne me reste plus à parler que du traitement des dernières mattes, celles sur lesquelles le plomb métallique ne peut plus agir par imbibition avec

avantage, et qui contiennent 5 loths d'argent et 16 à 20 p. o/o de cuivre.

On sait toutes les difficultés que présente la séparation du cuivre et de l'argent dans ces produits complexes. Comme en général les usines à argent n'en donnent pas une quantité assez grande pour qu'ils puissent être l'objet d'un travail régulier et suivi, elles les livrent aux usines à cuivre qui les traitent avec leurs propres produits; c'est ce qu'on faisait autrefois à Nagy-bánya et à Schemnitz lorsque le procédé d'imbibition y était pratiqué. Malheureusement, il n'existe en Transylvanie aucune usine à cuivre; aussi éprouve-t-on le plus grand embarras pour tirer parti des mattes cuivreuses ou des cuivres noirs que produit le traitement des minerais d'argent. On a essayé pendant quelque temps de les transporter à Dognaska dans le Banat, où la liquation et l'amalgamation sont pratiquées de temps à autre sur les cuivres noirs argentifères produits dans les usines de la contrée; mais les transports étaient tellement coûteux qu'on a dû bientôt y renoncer. Depuis lors, on a tenté divers essais, mais sans y mettre de suite, et en 1841 on n'avait pris encore aucun parti. A Offenbánya, on fond au demi-haut-fourneau les mattes grillées, et le cuivre noir est mis en magasin pour être traité quand on sera fixé sur le procédé à employer.

Le grillage est fait aussi complétement que possible; on ne donne pas moins de douze feux, puis on fond avec des minerais d'argent pauvres et très-quartzeux.

Fonte cuivre noir.

Le mélange se compose de 100 quintaux de mattes grillées et 25 quintaux de quartz argentifère. On passe 80 quintaux en 24 heures en con-

sommant 720 p. o/o de charbon pour 100 quintaux de matte. On retire 16 p. o/o de cuivre noir très-impur ne contenant guère au delà de 85 p. o/o de cuivre métallique, et 2 p. o/o de mattes minces (*obes leche*) qui repassent au grillage et à la même fonte.

Cémentation

A Zalathna on lessive quelquefois les mattes à demi-grillées pour en extraire de la couperose et du cuivre de cément.

Amalgamation

L'amalgamation serait certainement de tous les procédés le plus commode et le plus économique pour utiliser ces cuivres noirs. Cette opération n'exige qu'un matériel très-peu considérable, et par suite peut être faite d'une manière intermittente et même à intervalles éloignés sans que les frais généraux en soient notablement augmentés. De plus, l'expérience que l'on a acquise maintenant à Schmöllnitz prouve que la séparation de l'argent est aussi complète que possible par ce procédé. Les résultats ne seraient peut-être pas aussi satisfaisants pour l'or, mais il est cependant hors de doute qu'ils seraient plus avantageux que ceux obtenus jusqu'ici avec le traitement par liquation.

Coupellation

La coupellation est faite en général avec peu de soin, car on n'a pas un grand intérêt à appauvrir les litharges, puisqu'elles sont destinées à servir de nouveau à la désargentation.

A Zalathna, on charge à la fois 80 quintaux à 30 loths sur la coupelle; on file du plomb ensuite, de sorte que la quantité totale qui passe en une opération est de 140 quintaux.

On donne très-chaud au commencement tant qu'il se forme des abstrichs; on laisse ensuite la température s'abaisser quand les litharges com-

mencent à couler : l'opération est arrêtée à l'éclair, et le raffinage du gâteau terminé sur la petite coupelle. Les 140 quintaux sont coupellés en 30 heures; on consomme une toise cube de bois pour 100 quintaux. La perte s'élève pour l'argent à 10 p. 0/0; ces chiffres se reproduisent d'une manière très-régulière dans toutes les usines de Hongrie, et on le comprend très-bien, car partout on coupelle des plombs de même richesse et par le même procédé.

A Offenbánya, on termine le raffinage sur la grande coupelle rectangulaire; aussi l'opération est-elle un peu plus longue; elle dure 36 heures pour 136 quintaux. La consommation en bois est beaucoup plus forte, elle s'élève à 1 7/8 toise cube pour 100 quintaux de plomb. On ne doit pas oublier qu'on ne se sert que de bois de sapin flotté.

vivification
litharges.

Les litharges sont directement employées à l'imbibition ou bien revivifiées; cette dernière opération est faite au demi-haut-fourneau ordinaire. Elle donne lieu à une perte en plomb de 4 p. 0/0, ce qui est considérable; mais on doit remarquer qu'on ne sépare pas dans la coupellation, les abstrichs et les abzugs, et que le déchet est estimé en considérant les crasses comme identiques de composition avec la litharge.

Les plombs provenant de cette revivification passent directement à l'imbibition.

Travail
du plomb
(schmelzen).

Enfin, je dois mentionner une dernière opération pratiquée dans l'usine d'Offenbánya; c'est le traitement séparé des galènes qui arrivent à l'usine en quantité assez considérable. Il présente cela de particulier, qu'il a lieu par simple réduction après grillage; tandis que dans toutes les autres usines de Hongrie, c'est constamment par la réaction de

l'oxyde de fer sur les galènes crues qu'on obtient le plomb métallique.

Les minerais sont très-pauvres; ils ne contiennent guère au delà de 40 p. o/o de plomb.

Grillage.

On dispose d'abord sur une aire plane un lit de bois circulaire. On le recouvre par une couche de minerai, puis on fait un nouveau lit de bois et un de minerai, etc.; il y en a quatre ou cinq alternances. On ménage une cheminée au centre du tas et huit à dix sur la circonférence moyenne, par des roudins verticaux disposés d'avance; le tas contient 4 à 500 quintaux de minerais. Le grillage dure quatre à cinq semaines et consomme une toise cube pour 100 quintaux.

Fonte.

On se sert pour la fonte des fourneaux du travail de l'argent. On mélange 20 quintaux de minerai, 26 de scories de la revivification des litharges ou d'une opération précédente, et 6 quintaux de calcaire.

On passe 95 quintaux du mélange en 24 heures, en consommant 720 p. o/o de charbon; la perte est de 15 p. o/o.

Le plomb est riche de 3 loths d'argent, on s'en sert pour l'imbibition.

Pertes dans le traitement général. — Argent et or.

On évalue la perte en argent et en or dans tout le traitement à 5 p. o/o de la quantité totale de ces métaux contenue dans les minerais. Ce chiffre, qui a été déterminé par la moyenne des roulements de plus de dix années dans toutes les usines de Transylvanie, est officiel et sert de base au décompte qui est fait aux propriétaires de mines dans l'achat de leurs minerais; ainsi, nous avons tout lieu de le croire exact. Il est bien entendu qu'il ne se rapporte qu'au travail de l'argent proprement dit et qu'il ne comprend pas les pertes

qu'on doit nécessairement éprouver dans la désargentation des mattes de cuivre, pertes qui en basse Hongrie augmentent de plus de 1 p. o/o le déchet total. De plus, il est évident qu'il n'exprime que la perfection comparative du procédé métallurgique et des essais en petit. Or, les usines de Transylvanie traitant une énorme quantité de minerais très-pauvres pour lesquels les essais de laboratoire ne donnent que des résultats très-incertains, il est probable que la perte absolue est beaucoup plus considérable : ce qui le prouve, c'est qu'il arrrive fréquemment que la fonte de concentration donne un gain notable sur les essais en petit, bien qu'on n'ait pas ajouté de scories d'imbibition. Pour la fonte crue, cette circonstance se présente presque toujours; mais ici elle peut être expliquée par l'addition des scories riches.

Plomb.

La perte en plomb est à Offenbánya de 16 p. o/o du plomb employé, et à Zalathna de 25 p. o/o; on sait que c'est le mode d'imbibition qui est cause de cette différence. En admettant que le plomb s'enrichisse à 30 loths dans le creuset extérieur, nous trouvons que l'imbibition d'un marc d'argent coûte 10 livres de plomb à Offenbánya. La coupellation des plombs d'œuvre entraîne une perte de 10 p. o/o; ce qui donne pour un marc d'argent coupellé 6 livres de plomb perdues. Enfin la refonte des litharges donne un déchet de 4 p. o/o; ce qui, rapporté à la quantité d'argent, donne une livre par marc. Nous avons donc au total 17 livres de plomb brûlées pour l'extraction définitive d'un marc d'argent; soit 34 parties de plomb pour 1 d'argent, sans compter les pertes dues au traitement spécial des minerais de plomb. Cette consommation est bien plus con-

sidérable que celle obtenue autrefois par le même procédé en basse Hongrie, laquelle ne s'élevait qu'à 27 parties pour une; mais on doit remarquer que l'imbibition faite sur des mattes beaucoup plus riches exigeait bien moins de répétitions, et d'ailleurs le travail a toujours été très-négligé en Transylvanie.

De l'opportun[illegible] de la fonte concentratio[illegible]

On est frappé, dans le traitement que je viens de décrire, du chiffre très-bas de la teneur des minerais soumis aux deux premières fontes, celles qui ont seulement pour but la concentration des métaux précieux dans les mattes. On doit naturellement se demander s'il ne conviendrait pas de réunir ces deux opérations en une seule, puisque les scories de la concentration sont rejetées aussi bien que celle de la fonte crue; mais il est facile de voir que cette simplification aurait de graves inconvénients. Les perfectionnements apportés dans la préparation mécanique et l'appauvrissement graduel des mines ont tellement augmenté la proportion des minerais pauvres, que si on représente par 1 la masse des minerais dont la teneur est au-dessus de 20 deniers, ceux de l'imbibition, le poids total des minerais de 10 à 20 deniers, ceux de la concentration, le sera par 5, celui des minerais pauvres au-dessous de 10 deniers par 15 (et ces chiffres représentent un minimum). Supposons que les deux dernières catégories soient réunies pour la fonte crue. Le mélange aura au plus une teneur de 7 1/2 deniers, ou au plus 8, soit 1/2 loth. La concentration étant supprimée, il faudra que la matte produite dans la fonte crue ait une teneur de 3 loths, afin que la matte d'imbibition en ait une de 7, car nous avons vu que le plomb n'agissait plus sur celles

à 5. Ainsi, cette matte constituerait seulement 16 p. o/o du lit de fusion, et comme on ajoute au moins parties égales de scories et de calcaire, elle formerait tout au plus 8 p. o/o de la matte totale des matières à fondre. Pour des minerais très-aurifères, ces conditions seraient des plus désavantageuses. L'or n'étant retenu qu'en vertu de très-faibles affinités dans les mattes, il convient que celles-ci ne se trouvent pas en trop faible proportion par rapport aux scories, sans quoi les pertes ne pourraient manquer d'être considérables.

Au lieu de cela, aujourd'hui, dans chacune des deux premières fontes, on s'arrange pour obtenir une matte de teneur triple de celle des matières argentifères (mattes et minerais réunis) chargées dans le fourneau. Comme de plus les fondants sont en poids égal à celui du lit de fusion, la matte doit donc former 16 à 17 p. o/o de la somme de toutes les matières fondues, c'est-à-dire le double de la proportion trouvée dans le cas où les fontes crue et de concentration seraient réunies en une seule.

Défauts de l'imbibition.

Mais le vice radical de ce procédé réside dans le mode d'imbibition qui est des plus imparfaits. On s'explique difficilement même comment, le contact entre la matte et le plomb n'ayant lieu qu'à la surface de séparation, il puisse y avoir une action sensible entre ces deux matières. De là la nécessité de répéter jusqu'à dix fois l'imbibition, et cependant on n'arrive en définitive qu'à un produit encore très-riche et dont le traitement exige de grandes difficultés. Un très-grand inconvénient aussi, c'est que les scories n'aient jamais le contact du plomb. La matte est le seul agent qui puisse

retenir en leur présence les métaux précieux ou les leur enlever quand elles se les sont appropriés, et on sait que sous ce rapport elle montre bien peu d'énergie. De plus, la nécessité où l'on se trouve pour des mattes très-aurifères, telles que celles que l'on obtient dans les usines de Transylvanie, de n'imbiber jamais que des produits pauvres, fait disparaître en partie le principal avantage du procédé, l'économie sur la consommation du plomb. Aussi me paraît-il évident que l'*armverblejung* de Nagy-bánya, que je décrirai dans un prochain mémoire, serait, sous tous les rapports, bien plus avantageux en Transylvanie que l'ancienne imbibition.

(*La suite à un numéro prochain.*)

EXTRAIT

Du rapport de M. Pigeon, *ingénieur des mines, sur l'explosion d'une des chaudières de la fabrique d'acier de Perrache, à Lyon.*

La fabrique d'acier située à Lyon, quartier de Perrache, vient d'être le théâtre d'une explosion dont les effets ont été terribles.

La machine à vapeur qui fournit la force motrice nécessaire à cette usine était alimentée par deux chaudières placées dans une cour, à côté l'une de l'autre; toutes deux étaient formées d'un cylindre enveloppe et d'un cylindre intérieur excentrique contenant le foyer. La flamme et les gaz chauds se rendaient directement du cylindre intérieur dans la cheminée sans circuler dans aucun carneau.

C'est une de ces chaudières qui a fait explosion le 9 mai 1844. Sa longueur était de $7^m,70$; le diamètre du cylindre extérieur formant le corps de la chaudière était de 2 mètres; celui du cylindre intérieur était de $1^m,23$. Les épaisseurs de la tôle étaient de $10^{m.m.}$ pour le cylindre intérieur, et de $11^{m.m.}$ pour le cylindre extérieur (1). Les sections de ces

(1) Ces épaisseurs calculées d'après la table n° 1, annexée à l'ordonnance du 22 mai 1843, auraient dû être de $13^{m.m.},8$ pour le cylindre enveloppe, et de $9^{m.m.},7$ pour le cylindre intérieur. En outre, il est à remarquer

cylindres n'étaient pas concentriques, la distance entre les génératrices supérieures étant de $0^m,62$, et celle entre les génératrices inférieures de $0^m,13$. Il en résulte que la capacité de cette chaudière était de $15^{m.c.},092$, et comme l'eau se tenait généralement à $0^m,30$ au-dessus de l'arête culminante du cylindre intérieur, $12^{m.c.},43$ environ de cette capacité étaient occupés par l'eau; le reste servait à emmagasiner la vapeur.

Le cylindre intérieur n'était pas neuf; c'était une ancienne chaudière de forme cylindrique dont on avait tiré parti pour construire la chaudière décrite ci-dessus; celle-ci avait d'ailleurs subi avec succès l'épreuve légale par la pompe de pression, dans les ateliers de M. Serves, à Rive-de-Gier, en date du 23 novembre 1843, et avait été, en conséquence, poinçonnée pour la pression de quatre atmosphères.

L'explosion a eu lieu à deux heures de l'après-midi, lorsque la plupart des ouvriers de la fabrique étaient déjà rentrés dans les ateliers; le chauffeur était alors occupé à charger la grille de l'autre chaudière. Les dessins joints au présent rapport, donnent une idée bien exacte des lieux, et permettent aisément de se représenter les effets de l'explosion (voyez la *Pl. IV*, et la légende, p. 152). D'un côté, l'eau et la vapeur sorties de l'avant de la chaudière parcourent un espace de 5 mètres, et rencontrant un mur de $0^m,40$ d'épaisseur et de 4 mètres de hauteur,

---

que ce dernier cylindre, rentrant dans le cas prévu par l'article 18 de ladite ordonnance, devait présenter une épaisseur de tôle plus considérable que celle donnée par la table ci-dessus, et être renforcé par des armatures suffisantes, ce qui n'avait pas lieu.

l'abattent sur 3 à 5 mètres de largeur, et continuant leur course à travers une plantation de peupliers, renversent les arbres qui se trouvent sur leur passage, et jonchent le sol des débris du mur, dont quelques-uns sont lancés à plus de 50 mètres de distance. De l'autre côté, l'eau et la vapeur sorties de l'arrière de la chaudière renversent d'abord le mur en briques du conduit qui aboutit à la cheminée. Cette espèce de trombe traverse ensuite une sorte de hangar servant de dépôt pour les sables et argiles, rencontre le mur mitoyen avec la cour d'un établissement de moulins à vapeur, et renversant, sur une largeur d'environ 5 mètres, ce mur de 6 mètres de hauteur et de $0^m,40$ d'épaisseur, elle s'élance à travers cette brèche et s'engouffre dans la cour de cette usine, en longeant à droite la muraille qui limite de ce côté la cour, et pénétrant à gauche sous un vaste hangar, dont elle soulève et détache en divers points la toiture en zinc; puis, après avoir traversé cette cour dont la longueur est de 32 mètres, elle vient heurter contre le bâtiment opposé, entre la porte et les fenêtres, renverse la paroi d'une chambre à coucher, et se répandant dans les chambres voisines, brise les vitres, soulève et déchire les plafonds. En même temps, les débris du mur emportés par la trombe se répandent çà et là sur le sol de la cour, brisent les gouttières en fonte de la muraille latérale, et quelques-uns d'entre eux venant heurter le mur de face avec une grande violence, cassent une gouttière, et laissent de fortes empreintes sur la muraille, dont une pierre de taille se trouve même déplacée de 4 à 5 centimètres.

Deux enfants qui se trouvaient à côté d'une

meule située dans un renfoncement derrière la chambre de la machine, et tout près de la cheminée, furent atteints par la vapeur : ils sont morts de leurs brûlures, l'un quelques heures après l'accident, l'autre le lendemain.

Ce sont les seules victimes de cette explosion, et pareil événement est déjà sans doute bien déplorable, mais on frémit en songeant à ce qui aurait pu arriver si la rupture de la chaudière avait eu lieu dans un tout autre moment. La cour et le hangar de l'établissement des moulins à vapeur, qui se trouvent maintes fois dans le cours de la journée remplis d'ouvriers, étaient, par le plus grand des hasards, tout à fait déserts. Personne ne se trouvait dans la partie du logis contre laquelle le courant est venu se heurter, et le portier de l'établissement était lui-même absent de sa loge, où sont entrées quelques pierres.

Aucun passant ne se trouvait non plus sur le chemin qui traverse les plantations situées de l'autre côté de la fabrique d'acier, et il n'y avait dans la portion de la cour qui se trouve sur le devant des chaudières d'autre ouvrier que le chauffeur : ce dernier se trouvait, comme on l'a déjà dit, devant la seconde chaudière, et il ne fut que légèrement atteint par la vapeur.

Ce fut seulement le lendemain de l'accident qu'il en fut donné avis à l'ingénieur des mines, M. Pigeon, qui se rendit immédiatement sur les lieux, où, soit dans l'aciérie, soit dans le moulin à vapeur, rien n'avait encore été changé de place.

Le cylindre intérieur contenant le foyer s'était écrasé sur toute sa longueur, et diverses fentes et ouvertures s'y étaient produites transversalement à l'axe. L'écrasement a eu lieu à la partie supé-

rieure, comme l'indiquent les *fig.* 6 et 7, *Pl. IV*; de telle sorte que la paroi écrasée est presque venue rejoindre, sur une certaine longueur, la partie inférieure du cylindre. Les deux déchirures principales ont eu lieu à 1 mètre environ des fonds de la chaudière; elles se sont sensiblement produites suivant deux plans perpendiculaires à l'axe, et, par l'effet de l'écrasement, le métal s'est disjoint sur des largeurs de $0^m,34$ et $0^m,60$. Deux autres fissures se sont produites dans la partie intermédiaire et toujours suivant des sections planes; mais l'écartement n'a pas été de plus de $0^m,16$ pour l'une et de $0^m,08$ pour l'autre.

C'est par ces diverses ouvertures, et surtout par celles qui s'étaient formées aux extrémités de la chaudière, que sont sorties les masses d'eau et de vapeur qui ont produit les effets terribles décrits plus haut.

Quelle a été maintenant la cause de l'écrasement du cylindre intérieur, et doit-on faire intervenir, pour l'expliquer, la production instantanée d'une grande masse de vapeur déterminée par l'abaissement de l'eau intérieure au-dessous du niveau des carneaux et l'échauffement au rouge de certaines parties des parois?

Interrogé à cet égard, le chauffeur a formellement déclaré que quelques instants avant l'explosion il avait chargé la grille, et qu'il ne s'était aperçu d'aucun abaissement de niveau de l'eau. L'un des chefs de l'établissement a ajouté de plus, qu'il était passé 4 ou 5 minutes auparavant devant la chaudière, et qu'ayant alors examiné le tube indicateur, il avait constaté que l'eau se trouvait

à un niveau convenable, c'est-à-dire à 0m,30 environ au-dessus de l'arête culminante du cylindre intérieur.

La vérification des poids et leviers des deux soupapes a montré que les charges correspondaient aux tensions de 4 atmosphères 1/4 pour l'une des soupapes, et de 4 atmosphères 1/8 pour l'autre : l'estampille ne portait, il est vrai, que le timbre de 4 atmosphères; mais l'on ne saurait, dans la circonstance présente, attacher à cette légère surcharge une importance réelle. L'on alléguera, il est vrai, qu'au moment de l'explosion les soupapes pouvaient être fortement surchargées par des poids additionnels, que l'on aurait ultérieurement retirés; mais il n'existe, à cet égard, de preuves ou d'inductions d'aucun genre, et comme la chaudière avait une puissance de vaporisation plus grande que ne l'exigeait la force de la machine qu'elle alimentait, on ne peut croire que les chefs de l'établissement se soient gratuitement rendus coupables d'une pareille contravention.

Il ne paraît donc pas probable que lors de l'explosion la tension de la vapeur dans l'intérieur de la chaudière dépassât 4 atmosphères 1/8, et il est facile de concevoir comment la continuité de cette pression a pu produire l'écrasement. Six mois auparavant, sans doute, cette chaudière avait subi l'épreuve légale correspondant au triple de la tension habituelle qu'elle devait supporter; mais depuis lors elle avait été soumise à un service fort actif, et peut-être même s'était-elle déjà un peu déformée par suite de quelques coups de feu. L'examen des parties écrasées a montré de plus que

la tôle était de qualité très-médiocre : ainsi ce n'était, en beaucoup de points, qu'une réunion de plaques mal soudées, bien distinctes les unes des autres, et comme les fibres se trouvaient en outre, par suite de la disposition des feuilles, dirigées suivant la circonférence, il en résultait que la chaudière avait une tendance spéciale à se fendre et à s'ouvrir dans ce sens.

Comme les tuyaux cylindriques offrent bien moins de résistance lorsqu'ils sont pressés du dehors en dedans, que lorsque la pression s'exerce à l'intérieur, on s'explique aisément comment il se fait que le cylindre extérieur, quoique d'un plus grand diamètre et ayant une épaisseur moindre que celle voulue par les règlements, ait pu ne subir aucune déformation apparente, tandis que le cylindre intérieur s'écrasait sous la même pression, et l'on en conclura qu'il est indispensable, dans les chaudières de ce genre, de relier les deux chaudières par un système convenable d'armatures et de tirants (1).

En somme, le mode de construction même de la chaudière, ainsi que l'état peu satisfaisant du cylindre intérieur, suffisent pour rendre compte de l'écrasement et du déchirement de ce cylindre sous l'influence prolongée de la tension normale, d'autant plus que, peu de minutes auparavant, le chauffeur avait rechargé la grille et activé le feu, dans le but de s'assurer pour la reprise du travail une forte production de vapeur : l'intensité de la

---

(1) Cette condition est imposée, comme on l'a déjà fait remarquer, par l'article 18 de l'ordonnance du 22 mai 1843.

combustion lui aurait même paru telle, qu'il venait de rouvrir les portes du foyer.

Quant aux effets terribles dus à la projection de la vapeur et de l'eau liquide, ils s'expliquent également très-bien, sans qu'il soit nécessaire de supposer le développement d'un excès de pression considérable, par des calculs analogues à ceux développés par M. Combes (voyez Explosions des chaudières d'Avrillé et du paquebot *la Bretagne*, *Annales des mines*, 3e série, t. XX, p. 138 et 182), en les attribuant à l'énorme puissance mécanique réellement accumulée dans une masse d'eau de 12m.c.,43 chauffée à la température de 145°,4, puissance qui équivaut à un travail moteur de 15.600.000 kilogrammes à 1 mètre, non compris le travail moteur développé par 503 mètres cubes ou 1026 kilogrammes de vapeur, se détendant de 4 à 1 atmosphère, travail que l'on ne pourrait évaluer qu'en tenant un compte exact des pertes de chaleur occasionnées par le contact de l'air et par la dilatation même de la vapeur, et qui, dans tous les cas, a dû être considérable.

La simple énonciation du fait de la production instantanée de plus de 500 mètres cubes de vapeur ayant une tension de 4 atmosphères, et la considération de la vitesse énorme qu'ils ont dû, dans les premiers instants du mouvement, imprimer à la masse liquide entraînée, font aisément concevoir le renversement de deux murailles de 0m,40 d'épaisseur, et la projection de pierres pesant 10 à 12 kilogrammes jusqu'à 50 mètres de distance. On s'explique de même comment la chaudière a pu se déplacer de 0m,30 vers l'avant,

en considérant que le cylindre intérieur a dû se déchirer et s'écraser d'abord en arrière. L'eau se précipitant alors par cette ouverture, il a dû se produire sur la face opposée un effort de réaction égal au poids d'un prisme d'eau qui aurait eu pour base la section de cet orifice ($0^{m.q.},6$) et pour hauteur le double de celle due à la vitesse de sortie, effort énorme et bien plus que suffisant pour expliquer le déplacement de la chaudière.

C'est sans doute pendant ce déplacement que le cylindre intérieur venant à s'écraser sur toute sa longueur, les autres fuites, et notamment la grande ouverture d'avant, se seront produites. L'eau projetée par la vapeur se sera précipitée par ces nouvelles issues, et aura facilement abattu le mur qui lui était opposé.

Quant au soulèvement du toit du hangar et des plafonds des chambres dans lesquelles la vapeur a pénétré, ils s'expliquent aisément en les considérant comme le résultat de son expansion, et ils montrent nettement qu'après un parcours de près de 40 mètres une partie de la vapeur continuait à se dilater, et se trouvait, par conséquent, encore à une tension supérieure à celle de l'atmosphère.

En résumé, on doit surtout attribuer les effets de cette explosion au contact subit avec l'atmosphère, d'une masse d'eau considérable chauffée à 145°,4 au moins. C'est en cela que les chaudières de grande capacité sont surtout dangereuses, et il est rare que leur rupture ne soit pas accompagnée de dégâts terribles, tandis que les explosions des chaudières d'une faible capacité sont rarement désastreuses. Ce peu de capacité est le cas de la plus grande partie des chaudières

employées pour la navigation fluviale, et dans lesquelles on augmente autant que possible la surface de chauffe aux dépens du volume intérieur; les irrégularités de forme qui en résultent doivent également, en cas de rupture, contrarier beaucoup le mouvement de sortie de l'eau. Ainsi la chaudière du bateau à vapeur *le Zéphyr*, qui se rompit en 1844, renfermait 5 à 6 mètres cubes d'eau, et la difficulté que l'eau dut éprouver à circuler entre les nombreux tubes intérieurs l'empêcha de sortir avec grande violence par l'ouverture étroite qui s'était formée. La chaudière d'un autre bateau de la Saône, *le Lavaret*, qui avait également fait explosion en 1844, ne renfermait pas plus de 18 hectolitres d'eau. Dans l'un et l'autre cas, la vapeur et l'eau firent irruption dans la chambre de la machine; mais il n'y eut ni rupture ni renversement d'aucune paroi, tandis que si la chaudière de l'aciérie eût été placée sur un bateau et se fût déchirée de la même manière, il en fût résulté une épouvantable catastrophe.

C'est pour prévenir de pareils accidents que l'ordonnance du 22 mai 1843 prescrit, pour les chaudières de grande capacité, la construction de murs de défense de 1 mètre d'épaisseur, complétement isolés de la maçonnerie des fourneaux et du mur mitoyen. Cette disposition n'avait pas encore été remplie par les propriétaires de la fabrique d'acier, et sous ce rapport ils se sont rendus coupables d'une véritable contravention.

Résumant les observations et considérations qui précèdent, on est conduit aux conclusions suivantes :

1° L'écrasement et la rupture de la chaudière

de l'aciérie de Perrache se sont produits sous l'action continue et prolongée de la tension intérieure normale de 4 atmosphères, pour laquelle la chaudière avait été essayée et poinçonnée.

2° Cet accident doit être imputé à la mauvaise qualité de la tôle dont était formé le cylindre intérieur, et qui s'était sans doute détérioré depuis la dernière épreuve; à la forme même de la chaudière qui prédisposait ce cylindre à l'écrasement; enfin à l'absence de tirants et armatures reliant les deux cylindres, et susceptibles de prévenir l'écrasement (1).

3° Les effets de l'explosion s'expliquent complétement par la considération de la grande masse d'eau projetée et du volume énorme de vapeur à haute pression, qui a dû se produire lorsque l'eau intérieure s'est trouvée spontanément en contact avec l'atmosphère, ainsi que par celle de la grande vitesse que la tension de cette vapeur a dû communiquer à la masse d'eau non vaporisée.

4° Les propriétaires de l'aciérie se sont rendus coupables d'une contravention à l'article 36 de l'ordonnance du 22 mai 1843, pour n'avoir pas construit, en bonne et solide maçonnerie, un mur de défense de 1 mètre d'épaisseur, complétement séparé du massif de maçonnerie des fourneaux par un espace libre de $0^{m},50$ au moins, et également distinct des murs mitoyens. Cette construction

---

(1) En outre, comme on l'a déjà fait remarquer, la tôle de la chaudière n'offrait pas les épaisseurs minima prescrites par l'article 18 de l'ordonnance du 22 mai 1843 et l'instruction du 22 juillet de la même année.

eut, à coup sûr, atténué considérablement les dégâts causés par l'explosion (1).

LÉGENDE.

a. Mur de 40 centimètres d'épaisseur renversé.
b. Mur de 50 *id.* *id.* *id.*
c. Gouttières en fonte de 1 centim. d'épaisseur cassées.
d. Escalier de la cave, dont le briquetage vis-à-vis la chaudière est enfoncé.
ee'. Lieux d'aisance dont le briquetage vis-à-vis la chaudière est enfoncé et la rampe des lieux d'aisance arrachée.
ff'. Compartiment de l'escalier, dont le briquetage est enfoncé et la rampe en partie démolie.
g. Chambre dont le plafond est en partie soulevé.
h. Autre chambre dont le plafond est soulevé de 15 centimètres.
ii'. Portion de la couverture en zinc du hangar enlevée.

---

(1) Le moyen le plus efficace d'atténuer les effets des explosions consiste à enterrer les chaudières en contre-bas du sol, et les laissant à découvert, ou recouvrant d'une toiture très-légère le local où elles sont renfermées. Il est évident que si des dispositions de ce genre avaient été adoptées à l'aciérie de Perrache, les dégâts causés au dehors par l'explosion du 9 mai auraient été beaucoup moindres.

RAPPORT

Sur l'accident arrivé à la chaudière du sieur Biron, satineur de papier à Paris;

Par M. COMBES, Ingénieur en chef des mines.

Exposé.

Le 10 février dernier, le fond du bouilleur vertical d'une chaudière établie chez le sieur Biron, satineur de papier, rue Suger, n° 7, s'est subitement détaché de la chaudière; le jet d'eau chaude et de vapeur a brûlé très-grièvement deux enfants qui se chauffaient devant la porte du foyer. Les ingénieurs en chef et ordinaire des mines chargés de la surveillance des appareils à vapeur dans le département de la Seine eurent connaissance de cet accident par les journaux du 11 février. M. l'ingénieur ordinaire de Sénarmont se transporta immédiatement sur les lieux, pour procéder à une enquête sur les causes de l'accident. Son rapport, approuvé le même jour et adressé par l'ingénieur en chef à M. le préfet de police, constate les faits suivants :

La chaudière du sieur Biron, établie au rez-de-chaussée dans un emplacement séparé du reste de l'atelier par une cloison en planches, était une chaudière cylindrique munie d'un seul bouilleur vertical, construite dans le système de M. Beslay, et sortie des ateliers de ce constructeur, où elle avait déjà servi. Elle se composait d'un cylindre horizontal et d'un tube bouilleur vertical qui descendait dans le fourneau. Le croquis (A) (*Pl. V, fig.* 1), que j'ai l'honneur de mettre sous les yeux de

la commission, est une section d'une partie de la chaudière et du bouilleur par un plan vertical passant par l'axe de la première. Il montre les dispositions particulières aux chaudières du système de M. Beslay. Le bouilleur vertical ne communique pas librement avec le corps de la chaudière, dont il est séparé par un diaphragme dans lequel sont vissés deux tubes de 2 1/2 à 3 centimètres de diamètre intérieur. L'un de ces tubes TT' débouche à la partie inférieure de la chaudière et descend dans le bouilleur jusque vers les trois quarts de sa profondeur; l'autre T_1T_1' débouche, au contraire, à la partie supérieure du bouilleur, au-dessous du diaphragme, traverse l'eau contenue dans la chaudière et s'élève jusque dans l'espace réservé à la vapeur, dans lequel il a son orifice supérieur qui est tourné vers le bas. Par suite de ces dispositions, l'eau alimentaire qui est foulée dans la chaudière pénètre dans le bouilleur, en descendant par le tube TT', et la vapeur générée dans le bouilleur, le long de ses parois, s'élève à sa partie supérieure et se dégage par le second tube T_1T_1'. Celui-ci est recourbé vers le bas, afin de donner au jet de vapeur humide une direction de haut en bas, que l'on suppose utile pour purger la vapeur de l'eau liquide qu'elle entraîne. Ces dispositions, dont je n'ai pas ici à discuter le degré d'efficacité, ont exigé que le bouilleur vertical eût un fond amovible, afin qu'on pût le réunir au corps de la chaudière, et ensuite le nettoyer et le visiter au besoin. On a pourvu à cette nécessité en composant ce bouilleur de deux parties distinctes; la partie supérieure est clouée par des rivets à une tubulure fixée sous la chaudière. Le fond C est rapproché du reste du bouilleur et fixé

à celui-ci par un simple boulon de tirage en fer BB, de 2m,60 de longueur environ, qui passe dans l'axe du bouilleur et du tube TT', s'engage par son extrémité inférieure dans la douille d'une bride transversale A fixée au fond amovible C, où il est fixé par une clavette qui traverse la douille et le boulon de tirage, et dont l'extrémité supérieure traverse le dôme de la chaudière, au-dessus duquel il est retenu par un écrou E dont le serrage détermine le rapprochement de la partie inférieure C du corps du bouilleur. Pour ouvrir celui-ci au besoin, il suffit de dévisser l'écrou E, de laisser couler le tirant BB, jusqu'à ce que la clavette dépasse le bord inférieur de la partie fixe du bouilleur. On chasse ensuite cette clavette à coups de marteau, et le fond C, qui se détache, laisse le bouilleur ouvert. Dans le cas où le tube TT', la seule voie par laquelle l'eau pénètre dans le bouilleur, viendrait à s'obstruer, celui-ci serait bientôt vide d'eau, ses parois s'échaufferaient fortement, et si alors l'eau rentrait dans ce bouilleur, il y aurait presque sûrement une explosion. Pour parer à ce danger, la calotte D du fond du bouilleur est une pièce en cuivre qui est réunie par une simple soudure à la paroi verticale. Si l'eau manque dans le bouilleur, la soudure fond, la calotte D se détache, et le jet de vapeur ou d'eau chaude qui sort alors de la chaudière par le tube TT' doit éteindre le feu et rendre une explosion impossible. La description qui précède était indispensable pour faire comprendre les circonstances de l'accident arrivé le 10 février chez le sieur Biron. Cet accident a été occasionné par la rupture de la bride A, en dessous de la clavette : c'était l'heure du repas des ouvriers; deux enfants

qui étaient venus s'asseoir devant le foyer pour se chauffer, et qui avaient leurs pieds dans le cendrier, ont été grièvement brûlés par l'eau chaude sortie de la chaudière. Lors de la visite de l'ingénieur, la chaudière était déjà réparée, de sorte que la pièce dont la rupture avait déterminé l'accident n'a pu être visitée. Il résulte de la déclaration des ouvriers, que le tirant s'est rompu dans l'œil qui reçoit la clavette, lorsqu'on a voulu serrer l'écrou E pour remettre en place le fond du bouilleur après la réparation; ce qui n'aurait certainement pas eu lieu si ce tirant n'eût été déjà fortement endommagé la veille. L'ingénieur a d'ailleurs constaté plusieurs contraventions dont le sieur Biron s'était rendu coupable, et dont les principales sont : une forte surcharge des soupapes, dont les poids correspondaient à une tension de la vapeur de 10 atmosphères, double de celle pour laquelle la chaudière avait été autorisée et timbrée; le mauvais état du manomètre fermé, qui aurait dû être remplacé par un manomètre à air libre; la douille ou la bride A avait déjà cédé un mois environ avant l'accident du 10 février : il en était résulté une fuite d'eau et de vapeur qui n'avait occasionné de blessures à personne. La bride avait été réparée par un ouvrier ordinaire, ignorant des appareils à vapeur; l'autorité n'avait pas été prévenue et n'avait pu faire subir à la chaudière une nouvelle pression d'épreuve. Ces contraventions, qui ont eu lieu malgré les injonctions réitérées faites au sieur Biron par les ingénieurs chargés du service des appareils à vapeur, le garde-mines et le commissaire de police du quartier, de se conformer aux prescriptions de l'ordonnance royale du 22 mai 1843, ont déterminé M. le préfet de

police, conformément à l'avis de l'ingénieur en chef, à interdire au sieur Biron l'usage de ses appareils à vapeur, jusqu'à ce qu'il eût justifié que toutes les prescriptions de l'ordonnance royale étaient accomplies, et à transmettre le rapport de l'ingénieur ordinaire des mines à M. le procureur du roi, pour qu'il fût exercé des poursuites devant les tribunaux compétents.

Observations.

Depuis que mon attention a été appelée par l'accident dont je viens de retracer les circonstances principales, j'ai examiné avec attention le système de construction des chaudières de M. Beslay, je me suis demandé si, indépendamment des contraventions dont le sieur Biron s'est rendu coupable, il n'y avait pas quelque vice inhérent à ce système, qui pût donner lieu fréquemment à des fuites par le joint qui sépare le fond amovible du corps du bouilleur vertical, ou à la chute accidentelle de ce fond; enfin j'ai dû prendre des informations sur la manière dont s'étaient comportées quelques chaudières du même système, existantes dans le département de la Seine. Il m'a paru évident d'abord que la fonction du fond C du bouilleur avec la partie supérieure au moyen du boulon de tirage BB était vicieuse, en ce que les différences inévitables de dilatation, entre le tirant et les parois de la chaudière et du bouilleur, devaient avoir pour résultat, soit des fuites d'eau par le joint *xx*, si le tirant se dilatait plus que les parois, soit une traction énorme et dont il est à peu près impossible de calculer la limite, si c'étaient les parois du bouilleur et de la chaudière qui se dilataient plus que le tirant. C'est ce dernier cas qui doit généralement arriver, car l'écrou E étant serré à froid, les parois du bouilleur qui sont ex-

posées à l'action directe du foyer et de la flamme, doivent s'allonger plus que le tirant, qui étant placé dans l'intérieur de la chaudière, ne peut prendre qu'une température égale à celle du liquide où il est immergé. Ce tirant subit donc une énorme tension qui doit l'énerver et le prédisposer à la rupture. Il est en outre affaibli encore par l'entaille rectangulaire qui reçoit la clavette *i*; ce que je viens de dire du tirant BB, est applicable en partie à la douille et à la bride A; enfin, la clavette *i* peut sortir accidentellement : il peut donc arriver que dans une chaudière qui aura d'ailleurs convenablement subi la pression d'épreuve, et qui ensuite sera bien conduite, le fond C du bouilleur vienne à se détacher, comme cela est arrivé chez le sieur Biron, sans qu'il y ait négligence de la part du chauffeur ou du maître de la chaudière. D'un autre côté, ne peut-il pas arriver que la soudure qui lie la calotte D au fond C du bouilleur se fonde, sans qu'il manque d'eau dans le bouilleur, soit parce que cette partie du bouilleur est enfoncée au milieu du combustible embrasé (comme cela a lieu quand on chauffe avec du coke), et par conséquent très-vivement chauffée extérieurement, soit parce que quelque dépôt formé au fond du bouilleur, aura empêché le contact immédiat de l'eau et des parois soudées? (Je dois remarquer que M. Beslay affirme qu'il ne se forme jamais de dépôt incrustant au fond de ses bouilleurs, ce qu'il attribue à l'influence des deux courants en sens inverse, qui existent dans le liquide dont ils sont remplis). Que ce soit le fond C tout entier, ou la calotte D qui se détache, le résultat sera le même. Dans l'un et l'autre cas, le contenu du bouilleur commencera

par se vider dans le feu ; ensuite, des jets d'eau chaude et de vapeur sortiront du corps de la chaudière par les tubes TT', T_1T_1'. Le bouilleur ne contient pas une quantité d'eau assez considérable, et les tubes qui traversent le diaphragme ont un diamètre trop petit, pour qu'il puisse en résulter une forte explosion capable de renverser le fourneau, de bouleverser le local de la chaudière et d'étendre au loin ses ravages. Cependant cela pourra suffire pour blesser plus ou moins grièvement, et peut-être pour tuer le chauffeur ou les autres personnes qui seraient près du fourneau, au moment de l'accident, lors même que la calotte D se dessouderait par suite du manque d'eau dans le bouilleur, où l'eau alimentaire aurait cessé d'arriver par l'obstruction accidentelle du tube qui le met en communication avec le fond de la chaudière, il est évident que la cause d'obstruction cesserait au moment de la chute de la calotte, parce que le corps obstructeur serait chassé par l'excès de pression de la vapeur dans la chaudière. Il y aurait donc encore, même dans ce dernier cas, un jet d'eau chaude et de vapeur suffisante pour brûler grièvement les personnes qui pourrait se trouver près de la porte du fourneau.

Si ces aperçus étaient justes, les chaudières du système de M. Beslay ne pourraient être le sujet d'explosions graves et étendant au loin leurs ravages ; mais en revanche, elles pourraient donner fréquemment lieu à des accidents analogues à celui du 10 février, accidents dont la plupart seraient restés ignorés de l'administration, parce qu'ils auraient eu lieu sans bruit, et n'auraient occasionné le plus souvent que des brûlures ou même

n'auraient eu aucune suite, si personne ne se trouvait auprès du fourneau, au moment où le fond du bouilleur se serait détaché.

Les investigations auxquelles je me suis livré, m'ont appris en effet que plusieurs chaudières du système de M. Beslay, avaient donné lieu à des accidents de ce genre. Il y a plusieurs années déjà, et avant que je fusse chargé du service des machines à vapeur dans le département de la Seine, la calotte de fond d'un bouilleur d'une chaudière de M. Beslay, placée à l'hôtel des Monnaies, se détacha; le chauffeur fut brûlé, peu grièvement à ce qu'il paraît, par le jet d'eau chaude et de vapeur.

Une chaudière du même système était employée par le sieur Guérin Boutron, fabricant de chocolat, rue du Vieux Colombier, n° 5; le chauffeur était un sieur Picard, qui avait travaillé auparavant dans des ateliers de construction, et qui est encore employé comme chauffeur, dans la nouvelle fabrique de chocolat du même M. Boutron, située boulevard Poissonnière, n° 27; le sieur Picard m'a déclaré que la calotte du fond du bouilleur de la chaudière placée rue du Vieux-Colombier, n° 5, s'était dessoudée plusieurs fois, sans qu'il en résultât jamais de blessures pour personne, et qu'une fois, le fond tout entier du bouilleur était tombé, par suite de la rupture de la bride ou de l'extrémité du tirant, à l'endroit où ils étaient réunis par une clavette. Lorsque ce dernier accident est arrivé, le sieur Picard venait de charger du combustible sur la grille; il quittait le local de la chaudière, dont il avait à peine franchi le seuil, au moment où le bouilleur se vida dans le foyer; il en résulta une petite explosion;

la porte en fonte du foyer fut ouverte avec une telle violence, qu'elle se brisa contre les pierres latérales de l'embrasure dont elle occupait l'extrémité. Un tampon en briques qui formait une autre ouverture ménagée à travers la paroi du fourneau, fut lancé avec force contre le mur; le combustible fut lancé et éparpillé dans le local de la chaudière. Il est évident que si l'accident fût arrivé pendant que le chauffeur chargeait la grille de combustible, il eût été grièvement blessé et peut-être tué. Personne n'ayant été blessé, l'accident est resté ignoré de l'administration, jusqu'à ces derniers jours, où je suis allé prendre des informations à ce sujet. M. Beslay, à qui j'ai communiqué les faits qui précédent, m'a dit que la chaudière dont M. Boutron faisait usage dans la rue du Vieux-Colombier, était insuffisante pour le service simultané de la machine motrice et du chauffage auquel elle était employée; qu'en conséquence, elle était surmenée, que l'alimentation était insuffisante et qu'il fallait attribuer à ces causes les accidents survenus, qui du reste n'avaient pas eu de suite, et prouvaient par cela même la bonté du système.

Une chaudière de M. Beslay a été placée il y a dix-huit mois dans la fabrique de pompes à incendie de M. Guérin et Ce, rue du Marché-d'Aguesseau; il résulte de la déclaration de M. Guérin, qu'il s'est servi pendant fort peu de temps de cette chaudière, qui ne fonctionne pas actuellement, et que pendant qu'il en a fait usage, il n'est arrivé aucun accident; il m'a du reste communiqué le dessin de sa chaudière, dont je mets un calque (B) (*Pl. V, fig.* 2) sous les yeux de la commission. M. Beslay a reconnu lui-même les défauts de son

ancien système de construction, car il l'a modifié dans les dernières chaudières qui sont sorties de ses ateliers. Ici, la partie fixe du bouilleur porte à son extrémité inférieure, un anneau ou bague fixée à la paroi par des rivets; sur cette bague s'appuient les deux branches d'une fourche qui y sont soudées (B), (B') (*fig.* 2 et 3); les branches de cette fourche s'élèvent dans le bouilleur et se réunissent en une tige ronde *bc* percée dans son axe d'un trou cylindrique formant douille. Le fond amovible du bouilleur, terminé supérieurement par une bride à douille A, comme dans le premier système est retenu par le tirant BB, qui est réuni à la douille A par la clavette i,. s'élève dans l'axe du bouilleur entre les deux branches de la fourche, passe dans la douille ménagée à travers la tige *bc*, et dépasse cette douille de 15 à 20 centimètres. Cette extrémité supérieure du tirant porte un pas de vis sur lequel se visse un écrou à douille, adapté à l'extrémité d'une tige *tt'* qui traverse le diaphragme séparatif du bouilleur et de la chaudière, et passe dans l'axe du tube T_1T_1' vissé dans ce diaphragme et par lequel la vapeur générée dans le bouilleur, se dégage. Une ouverture suffisante pour qu'on y passe la main, est ménagée dans le dôme de la chaudière, directement au-dessus du tube T_1T_1' et de la tige. Cette ouverture est fermée par une plaque P, analogue à celle des *trous d'homme*. Le tube T_1T_1' est coiffé d'une sorte de coupe renversée amovible. C'est par l'ouverture supérieure que l'on passe une clef qui s'adapte sur l'extrémité de la tige *tt'*, et au moyen de laquelle on trouve cette tige, pour visser l'écrou qui la termine sur l'extrémité du tirant BB. Les bords de la douille de

l'écrou viennent s'appuyer sur l'embase que forment les bords de la tige de la fourche, et l'on obtient ainsi le rapprochement du fond G du bouilleur et le serrage nécessaire pour que le joint *xx* ne laisse plus passer l'eau. TT', TT (B) (*fig.* 2), sont les deux tubes alimentaires qui descendent dans le bouilleur; quand on veut ouvrir le bouilleur par le fond, on ouvre la porte P, on dévisse l'écrou de la tige *tt'*, jusqu'à ce que la clavette *i* soit descendue au-dessous du joint *xx*; on chasse cette clavette, et le fond *c* se détache. On le remet en place sans difficulté, par une manœuvre inverse. Cette disposition est évidemment préférable à la première; ici, la dilatation des parois du bouilleur et de la chaudière n'influe pas sur la tension que subit le tirant BB. Cependant, il peut encore y avoir des différences de dilatation, entre le tirant BB et les branches de la fourche. Celles-ci doivent résister par compression à la pression de la vapeur qui s'exerce sur le fond du bouilleur, et peuvent fléchir; enfin, la clavette *i* peut sortir accidentellement. Les entailles pratiquées dans le tirant et la douille pour la recevoir affaiblissent ces pièces; la fourche, le tirant, la tige à écrou, tout cela est d'un ajustage très-difficile et délicat; en définitive, on voit encore des objections à faire contre ce mode d'assemblage, bien qu'il soit évidemment préférable au premier. Au surplus, il résulte des renseignements que j'ai fait prendre dans les ateliers de la compagnie du chemin de fer d'Orléans, où l'on a plusieurs chaudières du système de M. Beslay, dans lesquelles le mode d'assemblage du bouilleur est le même que dans la chaudière du sieur Guérin, qu'il est en

effet arrivé, que le fond d'un bouilleur s'est détaché par suite de la chute de la clavette *i*.

Tels sont les renseignements que j'ai pu me procurer sur les *chaudières à bouilleurs verticaux* du système de M. Beslay ; j'ajouterai qu'elles sont assez peu usitées depuis quelque temps dans le département de la Seine. Depuis le 20 mai 1844, on n'a eu à essayer aucune chaudière de ce genre dans les ateliers de M. Beslay, et à cette époque on en a éprouvé trois qui étaient destinées aux ateliers de la marine à Brest. Chacune d'elles avait 18 bouilleurs verticaux.

Résumé et conclusions.

Il me paraît résulter des faits exposés ci-dessus : 1° que les chaudières à bouilleurs verticaux du système de celle qui était employée chez le sieur Biron ne pourraient que très-difficilement donner lieu à des explosions graves et étendant leurs ravages au loin, quand bien même elles seraient mal conduites et mal dirigées. La partie qui céderait la première, dans presque tous les cas, serait le fond de l'un des bouilleurs, et la sortie de l'eau et de la vapeur qui aurait lieu par là ne serait pas assez rapide pour produire de grands effets destructeurs.

2° D'un autre côté, avec le mode de construction et d'assemblage mis en œuvre jusqu'ici, il paraît certain que la calotte de fond des bouilleurs, ou le fond tout entier, peuvent se détacher accidentellement, sans qu'il y ait faute ou négligence de la part du chauffeur ou du propriétaire des chaudières dont nous nous occupons. Par suite d'accidents semblables, qui ont été assez fréquents, les personnes qui se trouvent placées près du foyer, au moment de l'accident, peuvent être brûlées plus ou moins grièvement ou même tuées

par des projections de corps solides. Les inconvénients que l'on peut reprocher aux chaudières du système de M. Beslay ne me semblent cependant pas assez graves pour que l'administration en défende l'usage. Il est même possible qu'on parvienne à les faire disparaître par des modifications apportées au mode actuel de construction, qui est déjà préférable à celui que l'on suivait précédemment. Ils sont compensés d'ailleurs par quelques avantages.

J'estime, en conséquence, que l'administration doit se borner à faire connaître au public et aux ingénieurs les faits parvenus à sa connaissance relativement à ces chaudières, par une publication dans les *Annales des mines* et les *Annales des ponts et chaussées*.

La Commission centrale des machines à vapeur, après en avoir délibéré, approuve le rapport qui précède et en adopte les conclusions.

(Séance du 11 avril 1845.)

RAPPORT

Sur l'explosion d'une chaudière à vapeur à Séclin (Nord);

Par M. MEUGY, ingénieur des mines.

Le 5 octobre, dans la matinée, une chaudière à vapeur a éclaté dans la fabrique de sucre du sieur Desmazières, située à Séclin. Je me trouvais en tournée à cette époque dans l'arrondissement d'Avesnes, et ce n'est qu'à mon retour à Lille, le 13 du même mois, que le bruit public m'a donné connaissance de cet accident. Le lendemain 14 octobre, je me suis empressé de me rendre sur les lieux pour procéder à une enquête sur les causes de cet événement; mais à mon arrivée les traces de l'explosion avaient presque entièrement disparu. Des ouvriers étaient occupés à réparer les dégâts causés par le sinistre, et les fragments du générateur rompu avaient été transportés chez M. Fontaine, fabricant de chaudières à la Magdeleine-les-Lille. Je me suis donc borné alors à entendre les personnes qui avaient été témoins de l'accident, et j'ai jugé à propos de ne pas continuer l'enquête avant d'avoir examiné les débris de la chaudière et d'en avoir pris des dessins exacts. Malheureusement je n'ai pas tardé à reconnaître, en rapprochant par la pensée les morceaux épars, que les renseignements qui m'avaient été donnés chez le sieur Desmazières étaient tout à fait faux. Son fils m'avait dit, en effet, qu'aucun fragment de la chaudière n'avait été projeté en

dehors de l'établissement, que la calotte s'était seulement détachée et était allée tomber près de la meule de blé qui se trouve dans le verger voisin de la grange. Or, il ne s'est rien passé de semblable. Je suis donc retourné à Séclin, et ce n'est qu'après avoir pris de nouveaux renseignements et avoir levé le plan de l'usine, que j'ai pu reconnaître la cause de l'explosion et me faire une idée nette des effets qu'elle a produits.

La chaudière en question, désignée par le n° 2 sur le plan joint au présent rapport, et représentée en coupe longitudinale (*fig.* 5, *Pl. V*), sortait d'une fabrique d'Arras, et avait fonctionné pendant plusieurs années chez M. Liénard, raffineur, à Lille, qui la tenait lui-même d'un fabricant de sucre de Carvin. Cette chaudière avait déjà été l'objet de fréquentes réparations. On voit en effet, en jetant les yeux sur la *fig.* 9, que le trou d'homme avait été déplacé et transporté de *t* en *t'*. Il est visible aussi que l'anneau de tôle α avait nécessité plusieurs raccommodages. M. Desmazières fit l'acquisition de cette chaudière au mois d'août 1843, et la substitua à un générateur cylindrique sans bouilleurs, d'une capacité beaucoup moins grande, et qui d'ailleurs avait besoin d'être réparé. Cette année, M. Desmazières ayant remplacé le manége qui donnait le mouvement aux presses et à la râpe par une machine à vapeur à moyenne pression de la force de 6 chevaux, et voulant en outre chauffer à la vapeur toutes les chaudières d'évaporation et de cuisson, se décida à adjoindre un nouveau générateur à celui qui existait déjà en 1843. C'est dans ce but qu'il fit adapter des bouilleurs à son ancienne chaudière, laquelle fut établie à côté de la première dans le courant de

septembre dernier. Elle est indiquée sur le plan par le n° 1 (*fig*. 4).

Ces deux générateurs étaient enterrés dans le sol et placés, comme l'indique le plan, dans une arrière-cour attenante d'un côté à la sucrerie, et de l'autre à des terres appartenant au sieur Desmazières. Chacun d'eux était muni de deux soupapes de sûreté, de deux rondelles fusibles, d'un flotteur et d'un manomètre à air comprimé. Ils n'étaient timbrés ni l'un ni l'autre.

La chaudière n° 2 avait les dimensions suivantes :

Longueur.	$6^{m},50$
Diamètre.	$1^{m},20$
Longueur des bouilleurs. .	$7^{m},00$
Diamètre des bouilleurs. .	$0^{m},50$

Sa capacité totale était donc égale à $9^{m.cub.},623$.

Dès le premier jour de la mise en activité des appareils, c'est-à-dire neuf jours avant l'accident, le chauffeur avait remarqué de l'humidité sur la maçonnerie qui recouvrait la chaudière n° 2; mais le propriétaire de l'usine ne soupçonnant pas que cette chaudière, qui lui avait été garantie par M. Liénard, pût être fissurée, attribua cette humidité à une tout autre cause, et ne crut pas devoir s'arrêter à l'observation du chauffeur. Bien plus, il recommanda à celui-ci d'entretenir toujours un feu très-actif sous les deux générateurs, pour que le manque de vapeur ne pût entraver la marche de son établissement.

Quelques minutes avant l'explosion, un ouvrier de M. Debièvre, constructeur mécanicien à Lille, qui était venu pour réparer différentes pièces de machines chez M. Desmazières, se trouvait avec lui sur la chaudière n° 2.

Le manomètre marquait alors 4 atmosphères et les soupapes ne soufflaient pas. Celles-ci devaient donc être fortement chargées. D'ailleurs la chaudière n'étant pas timbrée, et par conséquent la tension maxima de la vapeur n'étant pas déterminée, la pression à laquelle on pouvait marcher devenait tout à fait arbitraire.

L'ouvrier aperçut une assez grande quantité d'eau sur la maçonnerie, et il se mit à retirer une brique pour voir d'où provenait cette fuite; mais ayant remarqué que la chaudière faisait déjà quelques mouvements, il s'empressa de se retirer derrière la cheminée, dans le local de la machine, tandis que M. Desmazières se dirigeait par le magasin contigu aux chaudières vers la grande cour. Le chauffeur n'avait sans doute pas compris le signal d'alarme qui venait d'être donné par l'ouvrier de M. Debièvre, car il aurait pu se sauver avec lui. Toujours est-il que ce malheureux se trouvait près des fours au noir quand l'explosion eut lieu.

Il fut jeté à terre et couvert de brûlures; cependant il put se relever et courir jusqu'au milieu de la cour où ses forces l'abandonnèrent. On le transporta aussitôt à l'hospice de Séclin, où on lui prodigua tous les soins que réclamait son état. Il était très-grièvement blessé, et on désespérait encore de le sauver, lorsque je suis allé le voir pour la seconde fois, il y a une quinzaine de jours. Deux autres personnes ont aussi été atteintes par la vapeur; mais leurs blessures avaient peu de gravité, puisqu'elles sont maintenant complétement rétablies.

La rupture de la chaudière a eu lieu suivant trois plans, dont l'un est parallèle et les deux

autres perpendiculaires à son axe. Elle s'est trouvée ainsi partagée en trois segments, savoir :

1° La calotte hémisphérique postérieure, qui pesait environ 150 kilogrammes, et qui a été lancée à 30 mètres de distance de son emplacement primitif dans les terres qui touchent à l'usine. On l'a retrouvée au point C du plan.

2° La feuille de tôle *α* contiguë à cette calotte et formant un anneau complet du cylindre; elle s'est fendue suivant la ligne horizontale *xy* parallèle à l'axe du générateur, et s'est déchirée suivant deux circonférences de cercle coïncidant avec les lignes de rivets (*fig.* 8 et 9). On l'a trouvée au point *a*, dans l'arrière-cour, et à demi développée, comme on le voit *fig.* 10.

3° Le corps presque entier de la chaudière qui s'est détaché des bouilleurs, et qui est allé se renverser sur le mur *hk*, en le détruisant en partie. Ce mur avait une épaisseur de 0^m,35 (*fig.* 6 et 7).

Les bouilleurs n'ont pas souffert de l'explosion; ils se sont seulement avancés d'environ 1 mètre en avant du fourneau.

Le local dans lequel se trouvaient renfermés les deux générateurs a été entièrement détruit. Ses débris ont été projetés à une grande hauteur, et sont retombés sur les toitures en tuiles de l'usine, qu'ils ont endommagées en plusieurs points. Ce sont eux qui sans doute ont aussi soulevé la pierre qui formait le couronnement de la cheminée. Cette pierre, qui se trouvait à environ 20 mètres au-dessus du sol, est tombée dans le local de la machine, où elle a blessé légèrement à la jambe l'ouvrier de M. Debièvre. Le mur B, contigu à la chaudière, a été fortement ébranlé. Enfin, tous les tuyaux adaptés aux deux généra-

teurs ont été rompus et lancés par la vapeur à de grandes distances. On a retrouvé un robinet en *r*, près de la meule de blé, à 35 mètres des fourneaux (*fig.* 4). Tels ont été les effets désastreux de l'explosion.

J'ai dessiné les différentes parties de la chaudière, et j'ai retrouvé, en les réunissant, les lignes de rupture qui sont indiquées à l'encre rouge dans les *fig.* 8 et 9. Cette dernière représente le développement de la partie cylindrique sur un plan horizontal. Le cylindre est supposé ouvert suivant la génératrice située entre les tubulures des bouilleurs et la surface extérieure en dessus. Un seul fragment de tôle a été perdu; c'est celui qui laisse un vide indiqué par les lettres *mnop*. Il est essentiel de remarquer que la tôle dont l'anneau cylindrique α est formé était très-amincie dans le voisinage de la ligne de rupture xy, où son épaisseur se trouvait réduite de 10 millimètres à 3. Il y a même certains points sur cette ligne où la tôle conservait à peine 1 millimètre d'épaisseur. J'ai observé de plus que les bords des parties séparées, dans cette section de rupture, portaient des traces très-apparentes d'oxydation, tandis que partout ailleurs la chaudière ne paraissait nullement dégradée. L'explosion doit donc être attribuée au peu de résistance que présentait cette partie de la chaudière par suite d'un amincissement progressif de la tôle dû à une oxydation prolongée. Il en était résulté une fissure, et cette fissure existait déjà depuis longtemps; car, pendant les deux dernières années que la chaudière a fonctionné chez M. Liénard, celui-ci s'est plaint souvent qu'elle perdait, et M. Fontaine de Lille a été appelé plusieurs fois

pour rematter les joints et les rivures, où on supposait que la perte de vapeur avait lieu; mais on travaillait inutilement, et la chaudière perdait toujours. Il est donc constant qu'une fissure existait déjà deux années avant que M. Liénard ne vendît sa chaudière à M. Desmazières. D'ailleurs il est facile d'expliquer comment cette fente s'est produite chez M. Liénard : un gros robinet qui fuyait constamment était adapté à un tuyau de prise de vapeur qui se trouvait placé à la partie postérieure du générateur, précisément sur l'anneau de tôle α. On comprend donc sans peine que la tôle se soit oxydée peu à peu, et qu'après plusieurs années elle ait pu s'amincir au point de se fissurer. D'après cela, je pense que l'accident de Séclin aurait fort bien pu arriver chez M. Liénard si les besoins de son établissement avaient réclamé de la chaudière la production d'une grande quantité de vapeur; mais il fabriquait peu et la chaudière n'était pas fatiguée. Si même l'explosion n'a pas eu lieu l'année dernière chez M. Desmazières, c'est qu'alors la plupart des chaudières employées à la concentration des sirops et à la cuisson du sucre étant chauffées à feu nu, et les différents artifices de l'usine étant mus par un manége, le générateur n'avait que très-peu de vapeur à fournir, et par conséquent on n'avait pas besoin de marcher à une forte pression. D'ailleurs presque tous les tuyaux perdaient, et prévenaient ainsi le danger, en supposant qu'il existât. Cette année, au contraire, M. Desmazières avait fait plusieurs modifications qui exigeaient un surcroît de force motrice, et qui rendaient ainsi les chances d'explosion beaucoup plus grandes.

Il résulte des faits exposés ci-dessus, que la chaudière a dû se déchirer d'abord suivant la ligne *xy* parallèle aux génératrices du cylindre au point où il existait déjà une ancienne fissure. Cette ligne de rupture se serait prolongée horizontalement, si elle n'eût pas rencontré de part et d'autre, au contact des rivures, des lignes de moindre résistance qui lui étaient perpendiculaires. L'anneau fendu α s'est alors déchiré suivant ces lignes, et la chaudière s'est trouvée divisée en trois parties qui ont pu se mouvoir librement et indépendamment l'une de l'autre.

Les effets mécaniques produits par l'explosion sont d'ailleurs faciles à expliquer. En effet, dès qu'une issue assez large a été offerte à l'eau et à la vapeur par la fente *xy*, la chaudière s'est trouvée sollicitée par une force résultant de la réaction sur la paroi opposée, force qui agissait dans un plan légèrement incliné à l'horizon et perpendiculairement à l'axe du cylindre. Cette force a eu pour premier effet de projeter l'anneau α dans l'arrière-cour, dans une direction normale au générateur. Ce premier tronçon étant séparé du corps de la chaudière, et l'eau se précipitant par l'extrémité ouverte du cylindre, une seconde force de réaction est venue se joindre à la première, et la résultante de ces deux forces a eu pour effet, d'une part, de lancer la calotte hémisphérique postérieure en C, et d'autre part, de faire pivoter le tronçon restant de la chaudière sur son centre de gravité, en lui communiquant en même temps un mouvement de translation tel que ce tronçon est venu se rabattre sur le mur *hk*, dans la position où on le voit *fig.* 7.

Il est probable qu'au moment où l'anneau α

s'est détaché, la calotte hémisphérique postérieure a dû tourner sur elle-même de manière à ce que la seconde force de réaction qui s'est produite ait agi sur elle dans un plan oblique à l'axe de la chaudière. On conçoit ainsi comment cette calotte a été lancée beaucoup plus loin que l'anneau α; celui-ci n'ayant obéi qu'à la force de réaction provenant de l'échappement de la vapeur par la fente xy, tandis que la calotte aurait été, comme le troisième tronçon, sollicitée en outre par une force beaucoup plus grande qui s'est développée dans le deuxième instant de l'explosion, force qui s'est exercée sur le tronçon principal dans une direction parallèle à son axe, mais qui a agi sur la calotte postérieure obliquement à la chaudière par suite du dérangement que cette calotte avait éprouvé d'abord.

Quant aux bouilleurs, je suis porté à croire qu'ils ont été soulevés avec le corps principal du générateur au premier moment de l'explosion, et qu'ils sont ensuite retombés en se séparant du cylindre, après l'avoir suivi un instant dans son mouvement de recul. Il est possible aussi que le soulèvement des bouilleurs ait contribué à accélérer le mouvement de la calotte postérieure dans un plan normal au cylindre.

Le seul fait de l'absence du timbre sur la chaudière en question, qui était déjà depuis un an chez M. Desmazières, suffit pour démontrer qu'il a contrevenu aux règlements sur la matière, lesquels exigent que toute chaudière soit soumise à un essai préalable avant d'être employée dans un établissement quelconque. Mais ce n'est pas seulement par l'inobservation des règlements que le sieur Desmazières s'est rendu coupable. En effet,

il avait adressé à M. le préfet du Nord une demande, en date du 13 juin dernier, tendant à obtenir l'autorisation d'établir une machine à vapeur dans sa fabrique de sucre. Je m'étais transporté sur les lieux le 17 juillet, à l'effet d'examiner l'emplacement où le demandeur se proposait d'installer ses chaudières. L'une d'elles, le n° 1, se trouvait alors en réparation chez le fabricant; l'autre, celle qui a éclaté, était en place et n'avait pas fonctionné depuis plusieurs mois. J'avais cherché en vain sur cette chaudière le timbre constatant qu'elle avait subi l'épreuve légale, et j'avais averti le sieur Desmazières qu'il aurait à la faire essayer avant de s'en servir. L'extrait suivant du rapport, en date du 10 septembre, que je rédigeai sur sa demande, prouve assez que cette chaudière m'avait paru suspecte.

Je disais dans le rapport :

« Les deux générateurs dont il est question ne » sont pas portés sur l'état général des appareils à » vapeur, et les réparations qu'a nécessitées le » n° 1, justifieraient à elles seules l'essai préalable » auquel il serait nécessaire de les soumettre tous » deux avant de permettre leur remise en acti- » vité. »

Or, je suis convaincu que la chaudière n° 2 n'aurait pu supporter l'épreuve d'une pression triple à la pression effective, ou du moins cette épreuve aurait servi à faire reconnaître la fissure qui existait antérieurement à l'explosion, et aurait fait justice de la trop faible épaisseur de la tôle dans cette partie du générateur. L'essai aurait donc suffi pour prévenir l'accident qui est arrivé. Cependant le sieur Desmazières n'a pas craint de mettre cette chaudière en activité, sans se confor-

mer aux avis que je lui avais donnés. J'estime donc qu'il y a lieu de diriger contre lui des poursuites judiciaires, sous la prévention d'avoir contrevenu à l'ordonnance royale du 22 mai 1843, sur les appareils à vapeur, en se servant d'une chaudière non timbrée, et d'avoir, par négligence, causé involontairement, des blessures graves à un ouvrier.

Résumé et conclusions.

1° L'explosion qui est survenue le 5 octobre, à Séclin, dans la fabrique de sucre du sieur Desmazières, est le résultat d'une fissure ancienne, qui s'est faite à la partie supérieure de la chaudière, vers son extrémité postérieure;

2° L'origine de cette fissure doit être attribuée à l'oxydation de la tôle par l'eau qui s'échappait d'un robinet adapté à la chaudière, lorsque celle-ci fonctionnait chez M. Liénard, raffineur à Lille, lequel en était possesseur, avant que M. Desmazières n'en fît l'acquisition;

3° Le sieur Desmazières a enfreint les règlements, en employant dans son établissement une chaudière non timbrée, et il est d'autant plus coupable, qu'il a persisté à s'en servir sans la soumettre à un essai préalable, malgré l'injonction qui lui en avait été faite;

4° Cet accident démontre l'utilité des essais, au moyen de la pompe de pression, surtout pour les vieilles chaudières, qui, après un long service, peuvent avoir éprouvé de graves avaries;

5° L'explosion de Séclin montre aussi qu'on doit éviter autant que possible, de laisser ruisseler de l'eau le long des parois extérieures des chau-

dières, et surtout qu'on ne doit jamais négliger de vérifier avec soin leur état, toutes les fois qu'on a besoin d'enlever les dépôts terreux que l'eau forme dans leur intérieur.

RAPPORT

Sur les causes probables qui ont déterminé la rupture d'un essieu de locomotive, sur le chemin de fer d'Anzin à Abscon.

Par M. COMTE, ingénieur des mines.

Le 14 mars dernier, l'essieu de devant de la locomotive l'*Active*, qui conduisait un convoi sur le chemin de fer d'Anzin à Abscon, s'est rompu brusquement. Le machiniste est parvenu à arrêter assez promptement la marche du convoi, et cette rupture d'essieu n'a été suivi d'aucun accident.

Nous avons examiné l'essieu brisé et fait une enquête, dans le but d'arriver à la connaissance des causes qui en ont déterminé la rupture. Cet essieu, sorti des ateliers de M. Halette, à Arras, présentait les dimensions que nous indiquons sur le croquis ci-joint, (*fig.* 11, *Pl. V*).

La section de rupture était normale à l'axe et placée à l'une des extrémités de la partie intermédiaire de l'essieu, à la naissance du bourrelet qui sert au calage. L'essieu lui-même examiné attentivement, quant à sa constitution antérieure, n'a présenté qu'un défaut de soudure relativement peu considérable. Les deux surfaces non soudées affectaient la forme d'un arc de cercle (*fig.* 12) et l'ouverture qu'elles laissaient entre elles avait sa convexité tournée vers le centre de l'essieu. Les parois de cette ouverture étaient hérissées de petites aspérités indiquant un com-

mencement de cristallisation du fer. L'essieu, dans toutes ses autres parties, paraissait bien homogène.

A l'inspection de la section de rupture, on ne pouvait avoir aucune indication sur la nature du fer qui constituait l'essieu, parce que la locomotive ayant marché quelque temps encore après l'accident, les deux parties de cet essieu avaient tourné l'une sur l'autre et acquis par leur frottement une sorte de poli. Nous avons donc fait briser l'une d'elles à l'extrémité de la fusée, de manière à détacher quelques fragments du boudin extérieur. Nous avons obtenu deux cassures fraîches: dans l'une d'elles, le fer a présenté un peu de nerf; dans l'autre, au contraire, de larges paillettes de deux millimètres au moins de largeur.

Ce fer n'était donc pas de très-bonne qualité; néanmoins, cette circonstance et celle du défaut de soudure, ne suffisent pas pour expliquer la rupture de l'essieu. Il faut rechercher la cause de cet accident dans l'état de la voie sur laquelle la locomotive circulait. Cette voie est établie sur dés en pierre, et présente, comme on le sait, des courbes de petit rayon; sa rigidité, résultant de son mode de construction, était encore augmentée par l'effet de la gelée, et de plus, cette gelée avait occasionné, surtout aux changements de voie, des différences de niveau, dont l'effet inévitable était de soumettre les roues et les essieux à des chocs fréquents; on trouve une preuve de l'influence de ces chocs dans le fait suivant, observé dans les mêmes circonstances que celles où la rupture de l'essieu a eu lieu : un assez grand nombre de roues appartenant à des wagons de

transport de charbon, roues dont la jante est en fonte coulée en coquille, avaient été mises hors de service, par suite d'éclats enlevés sur le bord de leur jante le plus rapproché de l'axe du chemin. Ce fait, qui s'est reproduit souvent, constate bien la réalité des choses dont nous parlons (*fig.* 13), et fait comprendre comment le mauvais état de la voie, combiné avec la nature un peu défectueuse de l'essieu qui s'est brisé, a pu déterminer l'accident du 14 mars dernier.

NOTICE

Sur le gite d'étain oxydé de Maupas (Morbihan).

Par M. AUDIBERT, aspirant-ingénieur des mines.

On a annoncé il y a quelques mois que de riches filons d'étain oxydé venaient d'être mis à découvert dans une carrière de granite exploitée à Maupas, sur les bords de l'Oust, dans la commune de Saint-Sirvan. De beaux échantillons, en petit nombre, il est vrai, avaient passé de main en main, et déjà dans la contrée on se faisait une haute idée des résultats que devait avoir cette découverte. Mais il n'est que trop certain, d'après les observations que nous avons faites sur les lieux, et que nous donnons ici en substance, que les indices reconnus à Maupas, de même que ceux explorés il y a quelques années à la Villedec et à Piriac, ne se rattachent à aucun gîte exploitable.

En traçant avec soin sur une carte de Cassini, la ligne de séparation du granite et des schistes de transition dans la région comprise entre les routes de Vannes à Ploërmel et de Vannes à Josselin, au nord des landes de Lanvaux, on voit cette ligne qui, depuis les environs de Sérent et de Saint-Aubin se dirigeait au N.E. vers le Roc Saint-André, s'infléchir brusquement vers le Nord à la Villedec, et suivre cette direction sans déviation sensible, sur une étendue de 7 kilomètres environ, jusqu'à Maupas, où le massif granitique forme un promontoire que viennent baigner les

eaux de l'Oust. A ce point, elle éprouve une nouvelle inflexion; elle tourne vers l'Ouest à angle droit, et se dirige E.-O. suivant une ligne sensiblement droite passant par Treguenteur, Couetbugat, etc. Ainsi les gîtes de la Villedec (1) et de Maupas sont situés aux angles saillants que viennent former les granites au milieu du terrain de transition modifié aux deux extrémités d'une ligne dirigée à très-peu près N.-S. magnétique. C'est aussi la direction suivant laquelle sont orientés les filons stannifères.

A l'extrémité nord de la carrière de Maupas, c'est-à-dire à la pointe du promontoire où se terminent les granites, on trouve cinq à six filons de quartz très-voisins les uns des autres, fortement inclinés à l'Ouest, et dont la direction est 7° à 8° N.E. magnétique. Leur puissance varie de 20 à 50 centimètres; ils se rejoignent, se séparent et se ramifient d'une manière assez irrégulière, de telle sorte qu'ils paraissent plutôt faire partie d'une masse unique dans laquelle auraient été empâtées des amandes de la roche encaissante, que constituer des veines bien distinctes. Leur étendue est très-peu considérable, elle n'excède pas 6 à 8 mètres. Au Nord, ils se terminent comme le granite à un escarpement au delà duquel on ne trouve plus sur leur direction que de la terre végétale. Il n'est pas probable, vu la forme qu'affecte la masse granitique, qu'ils se prolongent notablement dans ce sens. Au Sud, ils s'amincissent et se perdent; un

---

(1) Pour le gîte de la Villedec, voir la description : Notice de MM. les ingénieurs Blavier et Lorieux, *Annales des mines*, 3[e] série, t. VI, p. 381.

seul filon de 5 à 6 centimètres de puissance persiste pendant 15 à 20 mètres avec une allure très-régulière. Plus loin, il disparaît complétement et on ne trouve plus trace de cessation de continuité dans le granite.

La roche qui encaisse ces filons est un granite à grains moyens et très-compacte. Le feldspath est blanc; le mica très-abondant et gris.

Les filons sont formés de quartz hyalin blanc laiteux et fétide. Il arrive accidentellement qu'il est incolore, et plus rarement enfumé. Cette dernière variété se rencontre surtout cristallisée et en géodes.

L'étain oxydé est disséminé dans le quartz par petits nids, ou plutôt en cristaux isolés. Dans les premiers filons à partir de l'Est, il n'est guères plus abondant qu'à la Villedec, c'est-à-dire qu'il faut d'assez longues recherches pour en constater l'existence; mais dans l'avant-dernier filon à l'Ouest, il est très-abondant sur une longueur de 1^m,50 à 2 mètres; il paraît s'être concentré sur une des salbandes en cristaux très-volumineux. Le mica l'accompagne constamment et en très-grande quantité.

L'étain oxydé ne se rencontre pas seulement dans les filons, il pénètre dans les amandes granitiques intercalées dans le quartz. Au voisinage des géodes les plus riches, le granite est tellement criblé de cristaux, qu'il prend un aspect porphyroïde. Ces granites présentent cette circonstance très-remarquable, que le quartz y a presque complétement disparu, et que le feldspath y est très-cristallin. C'est, on le voit, une transformation inverse de celle qui a été observée dans la plupart des gîtes d'étain explorés jusqu'à ce jour.

Au reste, cette altération est tout à fait locale et ne paraît s'être produite que là où le minerai a pénétré dans la roche.

Le fer arsenical est très-commun, et dans les filons et dans les roches intercalées et encaissantes; on le rencontre quelquefois en cristaux bien déterminés; mais le plus souvent il est amorphe ou présente seulement des indices de cristallisation.

Les émeraudes, de même que le mica, quoiqu'elles soient moins abondantes, paraissent caractériser la présence de l'étain; elles sont assez bien cristallisées et répandues comme l'étain, en nids dans le quartz. On n'en trouve plus dans les parties stériles.

Le fer hématite apparaît en quelques points, mais le fer est bien moins commun qu'à la Villedec; nous n'avons pu constater la présence du wolfram.

On trouve sur le sol, à peu de distance des affleurements stannifères, des fragments nombreux de quarz à tourmalines bacillaires, analogues à ceux qui sont si abondants à la Villedec; mais il ne nous a pas été possible de voir ces roches en place, et de nous assurer si elles forment ici, comme cela paraît être à la Villedeo, la séparation des schistes et du granite.

Tout semble indiquer que les filons de Maupas sont situés à l'extrême limite des granits et des schistes. On trouve en effet les schistes à peu de distance de la carrière, au nord et au sud sur le bord de la rivière, tandis que le granite paraît se terminer aux escarpements du Maupas. La couche épaisse d'alluvions qui occupe le fond de la vallée, ne permet pas de s'assurer d'une manière précise du point où se séparent les deux forma-

tions; mais il est évident, d'après la direction des couches schisteuses et la configuration des masses granitiques, qu'il ne peut y avoir que quelques mètres de distance de cette ligne de contact aux affleurements d'étain.

Si maintenant on compare cette description à celle des filons de la Villedec, par MM. Blavier et Lorieux, on verra qu'il y a identité presque complète entre les deux gîtes. Tous deux sont situés sur la limite du terrain de transition et du terrain primitif; la direction des filons est la même, et ceux de Maupas paraissent courir sur le prolongement de ceux de la Villedec; seulement dans cette dernière localité, la puissance comme l'étendue du gîte stannifère est bien plus considérable, mais, par contre, la richesse est bien moindre; sur les deux points, le minerai d'étain paraît plutôt disséminé irrégulièrement dans les masses de quartz que former des veines suivies; les minéraux qui lui sont associés, sont les mêmes et se montrent avec les mêmes circonstances, etc., etc. Enfin, si entre la Villedec et Maupas, on examine la constitution du sol au contact des schistes et du granite, partout on retrouve des filons de quartz hyalin fétide, partageant la direction de ceux que nous avons décrits, contenant presque tous du fer arsenical, des tourmalines et même, assure-t-on, de l'étain oxydé.

Ces faits semblent prouver que non-seulement il existe une connexion entre les deux gîtes, mais encore qu'ils se relient par une ligne métallifère continue. Ce fait une fois admis, on serait tenté de croire, à raison de l'étendue occupée par cette formation et de la constance observée dans ses caractères, que l'étain n'est pas dans ces filons

une substance accidentelle comme semblaient l'indiquer les recherches faites à la Villedec; mais qu'il en constitue une partie essentielle; que si jusqu'à présent le hasard ne nous a fait connaître que des parties stériles ou peu riches, on ne doit pas désespérer de trouver snr les points qui restent encore à explorer des affleurements qui puissent mettre sur la voie de découvertes utiles. Mais lors même qu'en interprétant dans le sens le plus favorable les observations qui ont été faites jusqu'à ce jour, on admettrait la probabilité de l'existence d'un gîte exploitable, les affleurements de Maupas paraissent-ils devoir se rattacher à ce gîte? Peut-on, en d'autres termes, fonder des espérances sur les indices trouvés dans cette localité et entreprendre des recherches? Nous n'hésitons pas à répondre d'une manière négative. On a vu, en effet, que les filons de Maupas ne paraissaient s'étendre que sur une longueur de 8 à 10 mètres; à leur extrémité Sud, ils se perdent dans le granite, et bien que sur leur prolongement la roche soit entaillée pendant 30 ou 40 mètres au moins, il n'en reparaît même pas des indices. Au Nord, on ne peut les suivre, mais la déclivité du sol, la direction et la disposition des masses schisteuses qui avoisinent le granite, bien des circonstances, en un mot, dont on ne peut apprécier exactement la valeur que sur les lieux, tendent à prouver qu'ils ne se prolongent pas non plus dans cette direction. Enfin, bien que les masses quartzeuses soient infiniment moins puissantes et aussi régulièrement orientées, et que la richesse soit plus grande, le gîte de Maupas nous paraît présenter bien plus encore que celui de la Villedec les caractères d'un amas accidentel.

Chez les mêmes Libraires :

TRAITÉ
DE
L'EXPLOITATION DES MINES

PAR

M. CH. COMBES,

INGÉNIEUR EN CHEF DES MINES, PROFESSEUR D'EXPLOITATION A L'ÉCOLE ROYALE DES MINES.

3 FORTS VOLUMES IN-8°,

ACCOMPAGNÉS D'UN ATLAS D'AU MOINS 60 PLANCHES IN-FOLIO.

En vente **: Les tomes 1 et 2 avec leurs atlas. Prix : 22 fr. — Le tome 3 et dernier ainsi que le complément des planches de l'atlas, paraîtront en juillet 1845.**

BAZAINE et CHAPERON, *ingénieurs des ponts et chaussées et des chemins de fer.* **Chemins de fer d'Alsace**, *leur description complète*, tracé, terrassements, travaux d'art, voies en fer, stations de toute classe, ateliers, matériel de locomotion; ouvrage formant un *ensemble de détails pratiques* pour la construction des chemins de fer en général. 1 fort volume in-4° de texte et de légende accompagné d'un bel atlas in-folio demi-jésus de 60 à 70 planches cotées dans toutes leurs parties. Prix de l'ouvrage complet *pour les souscripteurs*. 45 fr.
On peut se procurer immédiatement les 60 planches parues et la légende explicative qui les accompagne. Le complément de l'ouvrage (texte et planches) paraîtra très-prochainement.

COMTE (AUGUSTE), *répétiteur d'analyse et de mécanique à l'École polytechnique et examinateur des candidats qui s'y destinent.* **Traité philosophique d'Astronomie populaire**, ou Exposition systématique de toutes les notions de philosophie astronomique, soit scientifiques, soit logiques, qui doivent devenir universellement familières. 1 vol. in-8, avec planches. Paris. 1845. 7 fr.

CORIOLIS, *membre de l'Institut, ingénieur en chef des ponts et chaussées.* Traité de la **Mécanique des corps solides** et **Du calcul de l'effet des machines**, ou Considérations sur l'emploi des moteurs et sur leur évaluation, pour servir d'introduction à l'étude spéciale des machines. 2e édition. 1 vol. in-4, avec planches. Paris, 1844. 15 fr.
—**Théorie mathématique des effets du jeu de billard**. 1 vol. in-8 avec planches. 7 fr. 50 c.

D'HURCOURT (R.), *ancien élève de l'École polytechnique et ancien capitaine d'artillerie.* **De l'Éclairage au gaz**; développements sur la composition des gaz destinés à l'éclairage, sur la construction des fourneaux et des cheminées, la pose des tuyaux et les phénomènes de la lumière, etc. 1 vol. in-8, avec 9 grandes planches. Paris, 1845. 7 fr. 50 c.

PARIS. — IMPRIMERIE DE FAIN ET THUNOT, RUE RACINE, 28, PRÈS DE L'ODÉON.

RAPPORT

Sur la locomotive à détente variable la Mulhouse, *sortant des ateliers de M.* J.-J. Meyer;

Par une commission composée de MM. BAUDE, BINEAU, LECHATELLIER, et COMBES, rapporteur.

Considérations préliminaires.

On sait tout le parti que l'on a tiré, dans les machines à vapeur fixes, du principe de la *détente variable* de la vapeur.

Le mécanicien peut, par des moyens simples, modifier les appareils régulateur et distributeur, de manière à ce que la communication entre la chaudière et le cylindre de la machine soit interceptée, et par conséquent l'admission de la vapeur dans celui-ci supprimée, lorsque le piston a parcouru une partie plus ou moins étendue de sa course.

La dépense de vapeur par coup de piston est ainsi réglée dans chaque cas d'après la puissance motrice nécessaire pour surmonter les résistances appliquées au système.

La force de la machine est donc variable entre des limites très-écartées, sans que la pression de la vapeur augmente dans la chaudière. Le rapport entre le combustible brûlé et le travail exécuté correspondant croît d'ailleurs en général, à mesure que la partie de la course du piston pendant laquelle la vapeur est admise dans le cylindre est plus étendue; et l'augmentation de ce rapport met en évidence l'avantage qu'il y a à utiliser la détente de la vapeur, avant de la perdre dans un condenseur ou dans l'atmosphère.

Distribution de la vapeur dans les machines locomotives ordinaires.

Dans les machines locomotives ordinaires, l'appareil distributeur de la vapeur consiste simplement en un tiroir qui glisse en prenant un mouvement alternatif sur la plaque dressée, dans laquelle sont percées les deux *lumières*, c'est-à-dire les ouvertures qui amènent alternativement la vapeur sur chaque face du piston, tandis que la vapeur existante sur la face opposée s'écoule par l'autre ouverture dans le condenseur. Le mouvement de va-et-vient étant imprimé à ce tiroir par un excentrique calé sur l'essieu des roues motrices, on a pu obtenir, par un élargissement des rebords du tiroir qui masquent les lumières et par un calage convenable de l'excentrique, que l'admission de la vapeur fût supprimée avant la fin de la course du piston, sans qu'elle cessât d'être admise sur la face opposée dès le commencement, ou même un peu avant le commencement de la course du piston, de sorte que l'on a tiré parti de la détente de la vapeur entre certaines limites, sans retarder l'admission. Cette disposition a en même temps pour effet de donner de l'avance à l'échappement de la vapeur, c'est-à-dire de mettre le cylindre en communication avec l'atmosphère, avant que la course du piston soit terminée, ce qui est avantageux entre certaines limites; mais, d'une part, l'étendue de la détente de la vapeur que l'on peut réaliser ainsi est toujours peu considérable, et, d'un autre côté, cette étendue dépend uniquement des proportions des pièces de la machine, et du calage de l'excentrique, de sorte que le mécanicien ne peut la faire varier pendant la marche, avec la pente du chemin ou le poids du convoi. Il n'a d'autres moyens de proportionner la puissance de la machine aux résistances, que de

laisser tomber la pression de la vapeur dans la chaudière, ou de rétrécir, à l'aide du régulateur, la communication entre la chaudière et le cylindre, moyens qui équivalent à la destruction en pure perte d'une partie de la puissance motrice que la vapeur pourrait développer.

Description l'appareil à d tente variable M. Meyer.

Les locomotives de M. Meyer sont pourvues d'un appareil de son invention, qui permet au mécanicien de faire varier l'étendue de la détente, c'est-à-dire la partie de la course du piston pendant laquelle la vapeur est admise dans le cylindre. Pour obtenir ce résultat, il a augmenté la largeur des rebords du tiroir de distribution ordinaire, de façon à ce qu'ils ne découvrissent jamais les lumières, et la vapeur est admise par des ouvertures rectangulaires ménagées dans ces rebords, lorsque celles-ci correspondent aux lumières. La *Pl. LVI*, *fig.* 4, est une section verticale de la plaque dans laquelle sont ouvertes les lumières qui communiquent avec les deux extrémités du cylindre et le tuyau d'échappement, et du tiroir à larges rebords percés des ouvertures rectangulaires par lesquelles la vapeur pénètre dans le cylindre. E est l'ouverture d'échappement; *bb'* sont les ouvertures des lumières qui aboutissent aux extrémités du cylindre; *cc'* les entailles rectangulaires ménagées dans les rebords du tiroir pour l'introduction de la vapeur. On voit que ce tiroir équivaut à un tiroir ordinaire qui, quand il est au milieu de sa course, masque les deux lumières *b* et *b'* par les parties pleines *d*, *d'*, lesquelles débordent de chaque côté ces lumières, de $0^m,0005$ à l'intérieur et de $0^m,003$ à l'extérieur, recouvrement beaucoup moins étendu que celui qui a lieu dans les machines récentes à détente

fixe de Sharp Roberts, Stephenson et autres. Comme terme de comparaison, nous avons représenté *fig.* 8, une section verticale du tiroir de la machine *Chartres*, n° 16, de Sharp Roberts, que nous avons relevé au chemin de fer de Versailles (rive gauche). On voit que les rebords débordent les lumières extérieurement de 0,m,0335, quand le tiroir est au milieu de sa course. L'excentrique est d'ailleurs calé dans la machine *Chartres*, de façon à ce que la vapeur soit admise dans le cylindre, à peu près au moment où le piston a terminé son excursion.

Le tiroir est mené, dans la machine *Mulhouse*, par un excentrique ordinaire calé sur l'arbre des roues motrices de manière à ce qu'il ait une très-faible avance à l'admission de la vapeur, c'est-à-dire à ce que la vapeur soit admise, comme on le verra plus bas, dans le sens opposé au mouvement du piston, lorsque celui-ci est encore à quelques millimètres de la fin de sa course.

Pour obtenir la détente, c'est-à-dire pour supprimer l'admission de la vapeur dans le cylindre, après que le piston a parcouru une fraction déterminée de son excursion totale, M. Meyer a ajouté deux plaques planes enchâssées dans des cadres qui tiennent aux deux taquets T, T', fixés sur une même tige B. Ces plaques glissent sur le dessus du tiroir et viennent masquer à propos et alternativement les deux ouvertures rectangulaires ménagées dans les bords de ce tiroir. Les taquets T, T', sont enfilés sur des parties de la tige B, qui sont filetées en vis à filets carrés, dont les écrous sont taraudés dans l'épaisseur des taquets. Les spires des deux vis serpentent autour de la tige en sens inverse. Il résulte de cette disposition qu'en imprimant à la

tige B un mouvement de rotation autour de son axe, les taquets qui ne peuvent participer à ce mouvement de rotation, prennent nécessairement un mouvement longitudinal sur cette tige, en s'approchant ou en s'écartant l'un de l'autre, suivant le sens de la rotation imprimée à la tige. Les taquets peuvent ainsi être amenés jusqu'au contact, et leur écartement intérieur peut varier depuis zéro jusqu'à une limite supérieure déterminée par des bagues e, e', fixées sur la tige. La *fig.* 4 représente les taquets au maximum d'écartement, lequel est de $0^m,123$ intérieurement.

La tige B traverse les deux parois antérieure et postérieure de la boîte à vapeur. Son prolongement, du côté de l'essieu coudé de la locomotive, est lié par un fourreau cylindrique ou une sphère creuse emboîtant une sphère pleine à une bielle fixée en dessous de la machine, qui reçoit de la tige du piston, par l'intermédiaire d'un petit balancier à bras inégaux, un mouvement rectiligne alternatif qu'elle transmet à la tige B et aux taquets T, T'; ce mouvement est toujours opposé à celui du piston, direct quand celui-ci est rétrograde par rapport au sens de la marche de la machine, et *vice versâ*. La longueur des excursions de la tige B est de $0^m,115$, tandis que la longueur des excursions du piston est de $0^m,460$. Le second prolongement de la tige B au delà de la paroi antérieure de la boîte à fumée se termine par une partie à section carrée ou polygonale, qui remplit un creux de même forme ménagé dans le moyeu d'une roue dentée, portée par un châssis fixé à cette même boîte. Cette roue dentée est commandée par une chaîne sans fin à maillons (de la forme des chaînes de montre), laquelle chaîne

est elle-même mise en mouvement par une autre roue dentée dont elle embrasse une partie du contour, et que le mécanicien fait tourner sur son axe, au moyen d'une combinaison de tiges tournant dans des colliers fixés aux parois de la chaudière. La tige qui arrive sur le devant de la chaudière, à portée du mécanicien, se termine par une roue en cuivre ou une manivelle sur laquelle le mécanicien agit, quand il veut faire varier, pendant la marche, l'écartement des taquets et l'étendue de la détente qui dépend de cet écartement. Cette étendue doit d'ailleurs être connue du mécanicien, et elle est indiquée par un index qui se meut devant une portion de limbe sur la circonférence duquel sont écrits les chiffres 6, 5, 4, 3, 2, 3/2, lesquels indiquent respectivement que les taquets sont placés de manière que la vapeur soit admise pendant 1/6, 1/5, 1/4, 1/3, 1/2, 2/3 de la course totale du piston. L'aiguille indicatrice est commandée, au moyen d'une roue dentée montée sur son axe, par le filet d'une vis sans fin adaptée à la tige que le mécanicien fait tourner, pour agir sur la détente. Le même mécanisme et la même chaîne sans fin agissent d'ailleurs sur les taquets T et T' de l'un et de l'autre cylindre. Les *fig.* 1, 2 et 3, représentent les parties essentielles des dispositions décrites précédemment. La *fig.* 1 est une section d'un des cylindres de la boîte à vapeur et des tiroirs par un plan vertical. F, F', sont les deux fourchettes pour la marche en avant et la marche en arrière; elles mènent le tiroir proprement dit. E est le petit balancier qui transmet le mouvement de la tige du piston à la tige B des taquets T, T', par l'intermédiaire de la bielle L liée à la tige des taquets par le genou ou four-

reau G. R est la roue dentée qui sert à faire tourner la tige pour écarter ou rapprocher les taquets T, T′. C est la partie carrée de la tige qui coule dans l'ouverture carrée ménagée dans le moyeu de la roue R, pendant la marche de la machine. Dans la *fig.* 1, le piston P est à l'extrémité de sa course rétrograde : le tiroir A vient de dépasser le milieu de sa course directe; la tige B des taquets est à l'extrémité de sa course directe. La vapeur commence à être admise dans le cylindre.

La *fig.* 2 est encore une section verticale du cylindre et de la boîte à vapeur; le piston est représenté au milieu de son excursion rétrograde. Le tiroir A vient de commencer son excursion directe. La tige *B* est au milieu de son excursion directe, et le taquet T′ a déjà masqué l'ouverture *c*′, de sorte que la vapeur ne pénètre plus dans le cylindre. (Les mots direct et rétrograde sont pris ici par rapport au sens dans lequel chemine la locomotive enclanchée pour la marche directe, c'est-à-dire la boîte à fumée en amont. Les flèches indiquent d'ailleurs le sens du mouvement du piston, du tiroir et des taquets.)

La *fig.* 3 est une projection horizontale qui montre les positions des deux cylindres, et la chaîne sans fin qui commande à la fois les deux roues d'engrenage et les deux tiges. U est la projection de l'une des tiges par l'intermédiaire desquelles le mécanicien fait mouvoir de sa place la chaîne sans fin.

Les *fig.* 1 et 2 indiquent clairement le jeu du mécanisme par lequel M. Meyer obtient la détente variable, à la volonté du mécanicien. Lorsqu'en effet le piston est à l'origine de sa course.

directe par exemple, le tiroir A a déjà un peu dépassé le milieu de sa course directe, et les glissières fixées aux taquets T, T′, sont à l'extrémité de leur excursion directe, prêtes à commencer leur course rétrograde. La lumière *b* est déjà démasquée de quelques millimètres par le rebord du tiroir, son bord postérieur se trouve un peu au delà du bord antérieur de l'ouverture rectangulaire *c*. Quant à la lumière *b*, elle est sous l'échancrure du tiroir A; par conséquent, la vapeur commence à entrer dans la partie postérieure du cylindre, pour pousser le piston en avant, tandis que la vapeur contenue dans la partie antérieure du cylindre s'écoule à travers la lumière *b′* vers le tuyau d'échappement. Le piston du cylindre, marchant en avant, ainsi que le tiroir A, la tige B marche en sens inverse, de sorte que l'ouverture rectangulaire *c* et la plaque T se rapprochent l'une de l'autre.

La première se trouve ainsi masquée par la plaque T, et l'admission de la vapeur est supprimée, après que le piston a fait une partie de son excursion d'autant moins étendue que le taquet T est placé plus en arrière sur la tige B, ou que les taquets sont plus écartés l'un de l'autre. L'étendue de la détente augmente donc avec l'écartement des taquets.

Nous avons relevé, sur la machine même, en la faisant cheminer à bras dans les ateliers, l'un des tiroirs étant découvert, les positions correspondantes du piston du cylindre, et des tiroirs. Voici le résultat de ce relèvement :

La longueur de la course du piston est de $0^{m},460$. Quand le piston est arrivé à $7^{mill.},6$ de l'extrémité de sa course rétrograde, la lumière *b′*

est atteinte par le bord de la cavité inférieure du tiroir A, et la partie antérieure du cylindre commence à communiquer avec le tuyau d'échappement et l'atmosphère. Le piston étant arrivé à $5^{mill.}$,3 de l'extrémité de sa course, la partie pleine du tiroir A masque entièrement la lumière *b'* et la partie postérieure du cylindre cesse de communiquer avec le tuyau d'échappement. Le piston étant enfin arrivé à $2^{mill.}$,3 de l'extrémité de sa course, le bord de l'ouverture rectangulaire *c* atteint le bord de la lumière *b* et la vapeur commence à pénétrer dans la partie postérieure du cylindre, derrière le piston.

Ainsi l'avance à l'exhaustion, à la fin de la course rétrograde du piston, correspond à $7^{mill.}$,6. ou $\frac{7,6}{460} = 0,0165$ de la course totale du piston.

L'avance à l'admission pour la course directe du piston correspond à $2^{mill.}$,3, ou $\frac{2,3}{460} = 0,005$ de la course du piston.

L'admission de la vapeur pendant la course directe du piston est supprimée par le taquet T qui masque l'ouverture rectangulaire :

Après un parcours du piston de :		Suivant que l'aiguille indicatrice de la détente placée en vue du mécanicien correspond aux chiffres :
millim.		
78,0.	Les taquets T, T' étant le plus écartés possible.	6
92,5.		5
120,0.		4
160,0.		3
228,0.		2
299,0.	Les taquets étant au contact.	3/2

L'avance à l'exhaustion à la fin de la course directe correspond à 0^{m},003, ou $\frac{3}{460} = 0,0065$ de la course du piston.

L'avance à l'admission de la vapeur pour la

course rétrograde du piston correspond à 0^m,001, ou $\frac{1}{460}$ = 0,0022 de la course du piston.

Enfin l'admission de la vapeur dans le cylindre est supprimée par le taquet T' qui masque complétement l'ouverture rectangulaire :

Après un parcours du piston de :		Quand l'aiguille indicatrice correspond aux chiffres :
millim.		
97.	L'écartement des taquets est à son maximum. .	6
114.	. . . .	5
130.	. . . .	4
155.	. . . .	3
229.	. . . .	2
294.	Les taquets sont au contact.	3/2

On voit que, lorsque les taquets sont au contact, la machine ne reçoit encore de la vapeur de la chaudière que pendant les deux premiers tiers de la course du piston, de sorte que les mécanismes régulateur et distributeur de la vapeur ne permettent pas de la faire agir à pleine pression, pendant la course entière du piston. On remarquera également que la suppression de la vapeur admise sur les deux faces du piston n'a pas lieu, pour tous les degrés de détente, à des distances égales des extrémités de la course du piston. L'égalité n'existe, à peu de chose près, que lorsque la vapeur est admise depuis le tiers jusqu'aux deux tiers de la course du piston; mais, pour des détentes plus étendues, les différences sont assez considérables et croissent d'ailleurs avec l'étendue de la détente. Il est peu probable, au reste, que ces différences entre le mode d'action de la vapeur sur les deux faces du piston exercent une influence très-marquée sur le jeu de la machine et la dépense de combustible.

Nos expériences ont été faites sur la machine

construite et réglée, ainsi que nous venons de le dire. Quand elles ont été terminées, le contre-maître de M. Meyer a substitué au tiroir représenté dans la *fig.* 4 un tiroir qui permît de faire travailler la machine absolument sans détente, c'est-à-dire en admettant la vapeur pendant la totalité de la course du piston. Il a suffi pour cela d'allonger le dessus du tiroir et d'augmenter la distance entre les bords externes α et α' des ouvertures rectangulaires c et c', de manière à ce que, lorsque les taquets sont au contact, les bords de ces taquets ne vinssent pas dans leurs excursions couvrir complétement les ouvertures c et c', si ce n'est lorsque la vapeur serait déjà supprimée par l'effet seul du recouvrement des lumières par les bords un peu plus larges du tiroir.

Tiroir qui permet de faire travailler la machine à pleine vapeur.

La *fig.* 5 représente le nouveau tiroir qui a été mis en place, après nos expériences, et pour lequel la distance entre les bords externes α et α' des ouvertures rectangulaires c et c' est de $0^m,355$, supérieure de $0^m,020$ à la distance analogue dans le tiroir de la *fig.* 4. Les largeurs des ouvertures en dessus du tiroir sont réduites à $0^m,0245$ au lieu de $0^m,030$. Les autres dimensions des deux tiroirs diffèrent à peine. Avec ce nouveau tiroir, la machine agit à pleine pression, lorsque les taquets T, T', sont au contact. L'écartement intérieur des taquets est respectivement de 23, 56, 98, 123, 136 et 149 millimètres, suivant que la vapeur doit être admise à peu près pendant les 2/3, 1/2, 1/3, 1/4, 1/5 et 1/6 de la course totale du piston.

Après cette digression, qui n'a pour but que de montrer que le système de détente de M. Meyer peut être disposé de manière à permettre de laisser

entrer la vapeur pendant l'excursion complète du piston, nous revenons aux expériences faites sur le chemin de fer de la rive gauche.

xpériences sur la locomotive *Mulhouse*, faites par M. Petiet.

Le directeur de l'exploitation, M. J. Petiet, nous a communiqué les résultats des essais comparatifs qu'il a faits en son particulier et publiés dans le numéro du 18 novembre 1843 du *Journal des chemins de fer*.

La machine *Mulhouse* de M. Meyer ayant été mise en service concurremment avec les douze autres machines de la compagnie du chemin de fer de la rive gauche, pendant les mois de septembre et octobre 1843, la consommation moyenne de coke par kilomètre parcouru, en y comprenant la consommation de la machine de réserve, pour les allumages et les stationnements, a été pour l'ensemble de toutes les machines de $8^k,40$. La machine *Mulhouse*, de son côté, a fait un parcours de 5.485 kilomètres, et a brûlé 34.883 kilogrammes de coke, y compris la partie proportionnelle de combustible consommé par la machine de réserve, ce qui donne pour la consommation de cette machine prise isolément, $6^k,35$ de coke par kilomètre parcouru, tandis que la consommation de l'ensemble des autres machines s'est élevée à $8^k,40$ de coke par kilomètre parcouru; l'économie de combustible serait donc pour la locomotive *Mulhouse*, comparée aux autres machines, de $2^k,05$ sur $8^k,40$, soit 24 pour 100.

M. Petiet estime que le combustible consommé par la machine de réserve, pour les allumages et pendant les stationnements, est de $1^k,75$ par kilomètre, quantité qui, déduite des consommations totales énoncées ci-dessus, donne, pour la

consommation des machines en marche, par kilomètre parcouru :

	kil.	
	6,65	pour l'ensemble des douze machines,
	4,60	pour la machine *Mulhouse*,
Économie de combustible.	2,05	sur $6^k,65$, ou 31 pour 100.

Les expériences de M. Petiet sont, comme on voit, très-favorables à la machine de M. Meyer : il paraîtrait en résulter que cette machine, dont les cylindres ont de grandes dimensions (38 centimètres de diamètre), fonctionne avec plus d'économie de combustible en remorquant des convois ordinaires de trois ou quatre wagons, que les machines de dimensions plus faibles et du système ordinaire (à détente fixe, obtenue par le recouvrement et l'avance du tiroir) existantes sur le chemin de fer de Versailles (rive gauche).

Expériences faites par la commission.

Nous résolûmes de répéter d'abord ces expériences, en tenant compte des quantités d'eau dépensées à chaque voyage, ainsi que des quantités de coke brûlées; et ensuite de faire remorquer à la machine *Mulhouse* des convois de plus en plus considérables, en tenant compte des quantités d'eau et de coke consommées dans chaque voyage, afin de vérifier, d'une part, si les dépenses d'eau et de combustible demeuraient à peu près proportionnelles, et, d'autre part, quelles étaient, pour les divers convois, les dépenses d'eau et de combustible par tonne brute remorquée et par kilomètre parcouru, soit à la remonte, soit à la descente.

Le 10 et le 11 novembre la machine *Mulhouse* fut en conséquence employée au service ordinaire

des voyageurs. Le 10 novembre elle remorqua de quatre à cinq voitures de voyageurs, non compris le wagon de sûreté, suivant l'affluence des voyageurs qui s'étaient portés à la rive gauche, par suite de l'accident arrivé le matin sur le chemin de la rive droite. Le 11 novembre, le nombre des voitures fut réduit à trois, comme à l'ordinaire. Le tableau suivant contient le résumé de ces expériences préliminaires.

TABLEAU N° 1er.

DATE.	NOMBRE de wagons.	Distance totale parcourue.	DURÉE des expériences. Marche.	Stationn[t].	DURÉE moyenne des trajets. Remonte.	Descente.	PRESSION moyenne. Remonte.	Descente.	FRACTIONS de la course des pistons correspondantes à l'admission de la vapeur. Remonte.	Descente.	CONSOMMAT. de coke, stationnement compris. Totale.	par kilom.	CONSOMMAT. d'eau (3 voyages), stationnem[t] compris. Totale.	par kilom.	Eau vaporisée par kilogramme de coke.	OBSERVATIONS.
		kil.	heur.	heur.			atm.	atm.			kil.	kil.	kil.	kil.	kil.	
nov.	1 wagon de sûreté,		3	5	»	»	»	»	Régulateur	Régulateur	»	»	»	»	»	
10	4 à 5 voitures de voyageurs.	402			30'20''	29'40''	3 3/4	3 1/2	ouvert.	presq. fermé.	485	4,75	4 937	48,40	10,18	(a)
			8		»	»	»	»	1/3 à 1/4	1/5	»	»	»	»	»	
	1 wagon de sûreté,		4	8	»	»	»	»	Régulateur	Régulateur	»	»	»	»	»	
11	3 voitures de voyageurs.	136			30' »	30' »	3 3/4	3 1/2	ouvert.	presq. fermé.	582	4,26	3 445	33,37	7,47	(b)
			12		»	»	»	»	1/4 à 1/5	1/5	»	»	»	»	»	

N. B. Le 10, pour l'allumage on a consommé 5 sacs, soit 242k.50, la machine chargée prête à partir.

Le 11, pour le stationnement dans la rotonde on a consommé 3 sacs, soit 145k,5 pour 15 heures; soit 10 kilogrammes en moyenne.

(*a*) Consommation pour l'allumage 242k.5. La chaudière étant sale, une grande quantité d'eau est entraînée.

(*b*) L'eau n'a été mesurée que pendant les trois premiers voyages.

Le 10 novembre, l'eau du tender était rendue visqueuse par une addition de pommes de terre. La vapeur entraînait une quantité d'eau très-considérable qui mouillait ceux d'entre nous qui étaient sur la machine. C'est à cette circonstance que l'on doit attribuer l'élévation du chiffre de la quantité d'eau vaporisée, ou plutôt sortie de la chaudière par kilogramme de coke brûlé.

Le 11, le même effet ne se fit pas sentir. La vapeur paraissait sèche à sa sortie de la cheminée, et la vaporisation était réduite à 7,47 d'eau par kilogramme de coke.

Le développement du chemin de fer entre les plaques de Versailles et Paris est de 16.726 mètres, l'espace parcouru par la machine était à chaque voyage d'environ 16.600 mètres seulement. On a supposé, dans le tableau, que le parcours effectif était de 17 kilomètres par voyage, et par compensation de cette augmentation de trajet, on n'a point déduit le coke consommé pendant les stationnements et les mouvements de gare. La consommation ainsi déterminée a été, le 11 novembre, de $4^k,26$ par kilomètre parcouru par les convois ordinaires de trois voitures de voyageurs. Le 10 novembre la consommation a été de $4^k,75$. Ces chiffres sont d'accord avec les résultats des essais publiés par M. Petiet, qui évaluait en moyenne la consommation en marche à $4^k,60$ par kilomètre parcouru. Si l'on voulait déduire des expériences du 10 et du 11 novembre la consommation pendant les stationnements, on pourrait évaluer celle-ci à 10 kilogramme par heure (d'après la note du tableau), et l'on trouverait ainsi que la consommation en marche a été seulement de $4^k,26$ le 10 novembre et de $3^k,69$ le lendemain par kilo-

mètre parcouru. Ces consommations seraient, comme on voit, inférieures aux chiffres donnés par M. Petiet; mais il est probable qu'elles sont un peu trop faibles, attendu que le combustible consommé pendant les mouvements de gare est employé à réchauffer l'eau contenue dans la chaudière et le tender, et que son effet utile se reporte ainsi sur les heures de marche de la machine.

Expériences des trains poids varia[illegible] et détermi[illegible]

Ces expériences préliminaires confirmaient la supériorité de la machine *Mulhouse* sur l'ensemble des machines de la rive gauche, sous le rapport de l'économie du combustible. Nous aurions pu comparer la *Mulhouse* à l'une des autres en particulier, à la machine *Chartres* par exemple, sortie des ateliers de Sharp et Roberts, et qui est regardée comme la meilleure de celles qui sont en service; mais cette comparaison d'une machine à détente variable avec une machine à détente fixe obtenue par avance du tiroir et recouvrement, quoiqu'elle ne fût pas dénuée d'intérêt, ne nous a pas paru propre à faire apprécier les avantages de la machine de M. Meyer. En conséquence, ne voulant pas prolonger des essais qui ne laissent pas que d'occasionner une assez grande dépense, nous résolûmes de comparer d'abord la machine *Mulhouse* à elle-même, en lui faisant remorquer des trains de poids variables. Nous décidâmes qu'il serait fait trois séries d'expériences avec des trains, la première de 30 tonnes, la deuxième de 60 tonnes, la troisième de 90 tonnes. Le parcours total devant être assez considérable, dans chaque série, pour que les consommations, et notamment celle de coke, pussent être mesurées avec une exactitude suffisante, il fut fixé à 170 kilomètres, soit cinq voyages (aller et retour) entre

les deux points extrêmes de la ligne. Le service des voyageurs, en raison de l'irrégularité et du peu d'importance de la charge, ne pouvant être utilisé pour ces essais, on fit remorquer à la machine des wagons ou voitures de 2e classe pesant vides 3t,6 et portant 2t,4 de coussinets qui équivalent à un chargement complet de voyageurs. Ces convois spéciaux furent mis en circulation dans l'intervalle des convois de voyageurs. La nécessité de ne pas interrompre ou gêner le service courant empêcha de donner aux trains d'expériences une marche uniforme qui eût été nécessaire pour donner des résultats tout à fait comparables, et obligea de faire stationner les trains aux extrémités de la ligne; en outre, le peu de longueur du parcours nécessita des mouvements de gare assez importants pour faire passer la machine de la tête à la queue du convoi, déplacer les trains qui encombraient les voies de service, etc., ce qui fait différer le parcours total effectué du mouvement d'une grande ligne.

Pour mesurer la consommation de coke, on remplissait le foyer au même point au premier départ de Paris et au dernier retour, on notait exactement le nombre de sacs de coke consommés dans l'intervalle; chaque sac pesant exactement 50 kilogrammes, et les sacs vides étant pesés à la fin de la journée, on a obtenu le nombre de kilogrammes dépensés pour le parcours de 170 kilomètres, y compris les stationnements intermédiaires. L'eau était mesurée à chaque demi-voyage au moyen d'une jauge ou règle de bois divisée, que l'on avait construite en remplissant successivement le tender avec un vase de capacité connue. On tenait compte à chaque fois du niveau de l'eau

dans la chaudière en mesurant (au repos) la dépression au-dessous de la virole supérieure du tube indicateur en verre; 0^m,01 de hauteur d'eau correspondait à 35 litres. On a noté l'heure du départ, de l'arrivée et du passage à chacune des bornes kilométriques placées sur la voie, la pression indiquée par le manomètre à ressort placé sur la boîte à feu, la position de l'aiguille indiquant la fraction de la course pendant laquelle la vapeur était admise, la position de la tringle servant à régler l'orifice du tuyau d'échappement, et la dépression du niveau de l'eau au-dessous de la virole du tube indicateur.

Ces éléments ont servi à composer les tableaux 2, 3, 4 et 5 (pages 228 à 235) qui donnent les résultats bruts calculés.

L'aiguille de la détente étant placée au point. . . . .
2/3 la vapeur est admise moyennement pendant 3/2 de la course.
2. . . . . 1/2
3. . . . . 1/3
4. . . . . 3/11
5. . . . . 2/9
6. . . . . 5/27

La distribution de la vapeur cessant d'être convenablement réglée au point 6, on n'a jamais réduit jusqu'à ce point l'admission de la vapeur.

A la remonte, le régulateur était entièrement ouvert et à la descente presque entièrement fermé, bien que l'admission fût réduite à 1/5.

Les mesures directes de la section minimum du tuyau d'échappement donnent au cran n° 1. . 19,10 centim. car.
2. . 25,65
3. . 30,64
4. . 35,06
5. . 40,10
6. . 43,66

Une quatrième série d'expériences a eu pour objet de déterminer la vitesse qu'il était possible d'imprimer à la machine avec des trains de poids variable; ces résultats sont consignés dans le tableau n° 6 (pages 236 et 237). La consommation du coke n'a pu être mesurée, avec une approximation suffisante, que pour l'ensemble des cinq voyages.

Les wagons, tous de formes semblables, ont les dimensions principales suivantes:

	mèt.
Longueur de la caisse.	5,50
Hauteur.	1,62
Id. du brancard.	0,28
Largeur de la caisse au milieu.	2,23
Ecartement des brancards à l'intérieur.	1,87
Longueur des dossiers d'impériale.	1,80
Hauteur.	0,70
Longueur des impériales parallèlement à la voie.	1,60
Diamètre des roues.	1,00
Nombre des roues.	quatre.

La longueur de la voie entre les plaques tournantes qui limitent les voies à Versailles et à Paris est exactement de 16.726 mètres.

L'espace parcouru par la machine attelée au train a été en moyenne de 16.600 mètres environ. L'espace parcouru dans les mouvements de gare a été, à chaque extrémité, de 500 mètres environ.

Pour tenir compte approximativement de la consommation qui avait lieu dans les mouvements de gare, et dont la mesure directe était impossible, on a porté à 17 kilomètres le parcours effectif pour chaque voyage, et on a conservé dans le chiffre de la consommation réduite par kilomètre celle qui avait lieu pendant le stationnement, qui du reste est peu considérable.

La pression de vapeur étant abattue par l'alimentation faite avec les deux pompes à l'arrivée et pendant le parcours à vide, et cette consommation servant à ramener la pression à son degré ordinaire pour le départ ou à réchauffer l'eau du tender, la correction produite par l'allongement de 400 mètres attribué au parcours effectif donne certainement une très-grande approximation. C'est pourquoi dans les tableaux des expériences qui suivent, nous n'avons fait aucune réduction sur les chiffres consignés à l'avant-dernière colonne, qui doivent représenter avec une exactitude suffisante la consommation en marche.

(*Voir* pages 228 à 237, les tableaux n°s 2, 3, 4, 5 et 6.

Résumé et discussion des expériences précédentes.

Pour comparer la machine *Mulhouse* à elle-même, en faisant varier simultanément le poids du convoi et l'étendue de la détente, il faut partir des poids bruts totaux, qui se composent du poids des wagons remorqués et du poids de la locomotive elle-même et de son tender.

D'après les données fournies par M. Meyer :

		kil.
Le tender vide pèse.		4.968
La machine locomotive pèse, savoir :		
Chaudière, cylindre et bâti.	4.760 kil.	
Les 6 roues, essieux et excentriques.	8.650	15,600
Pièces de mécanisme.	2.190	
Total.		20.568

Il faut ajouter à cela les poids de l'eau contenue dans la chaudière et le tender, de l'approvisionnement en coke, et des personnes montées sur le tender et la machine. Le tender contient à peu près 3 tonnes d'eau, la chaudière 1 tonne 1/3 ; le poids du coke et des personnes montées sur la

machine étant évalué à 2/3 de tonne, cela fait environ 5.000 kilogrammes à ajouter au poids de la locomotive et du tender vide : j'admettrai en nombre rond 26.000 kilogrammes pour le poids de la locomotive et du tender chargés, qu'il faut ajouter au poids du convoi.

Ainsi dans les expériences du 27 novembre, tableau n° 3,

Le poids total du convoi était de 30 + 26 = 56 tonnes.

Les résultats moyens des expériences du tableau sont comme il suit :

A la remonte de Paris à Versailles; vitesse moyenne du convoi en marche, 46k,3 par heure; fraction de la course du piston pendant laquelle la vapeur est admise; de 1/3 à 1/5 :

	kil.	kil.
Eau consommée par voyage et par tonne, machine et tender compris.	$\frac{882}{56}$	=15,75
Coke par tonne et par voyage.	$\frac{15,75}{7,13}$	= 2,20
Par tonne brute et par kilomètre. . .	Eau.	0,926
	Coke.	0,13
Par tonne remorquée et par kilomètre.	Eau.	1,73
	Coke.	0,24

A la descente de Versailles sur Paris; vitesse moyenne du convoi en marche, 53k,1 par heure; fraction de la course du piston pendant laquelle la vapeur est admise, 2/9 :

	kil.	kil.
Eau consommée par tonne et par voyage, machine et tender compris.	$\frac{351}{56}$	=6,268
Coke par tonne et par voyage.	$\frac{6,268}{7,13}$	=0,879

		kil.
Par tonne brute et par kilomètre. . . .	Eau. .	0,37
	Coke. .	0,052
Par tonne remorquée et par kilomètre. .	Eau. .	0,69
	Coke. .	0,097

Les expériences du 16 novembre (tableau n° 2), faites également sur un convoi de 5 wagons du poids de 30 tonnes, poids total 56 tonnes, donnent :

Pour une vitesse moyenne de $47^k,16$ par heure à la remonte :

Une consommation d'eau par tonne brute et par voyage de. . . . . $\frac{823,7}{56} = 14,60$ kil.

Une consommation de coke par tonne brute et par voyage de. . . . . . . $\frac{14,60}{7,66} = 4,91$

Par tonne brute et par kilomètre. . . .	Eau. .	0,86
	Coke. .	0,11
Par tonne remorquée et par kilomètre.	Eau. .	1,605
	Coke. .	0,21

A la descente, et la vitesse étant de $49^k,3$ par heure, on a :

		kil.
Par tonne brute et par kilomètre. . .	Eau. .	0,399
	Coke. .	0,052
Par tonne remorquée et par kilomètre.	Eau. .	0,745
	Coke. .	0,0975

Expériences du 28 novembre.

Convoi de 10 wagons pesant 60 tonnes; poids total, 86 tonnes; à la remonte la vitesse moyenne était de $40^k,9$ à l'heure :

		kil.
Par tonne brute et par kilomètre.	Eau.	$\frac{1084,4}{86\times17} = 0,742$
	Coke.	$\frac{0,742}{6,93} = 0,1071$
Par tonne remorquée et par kilom.	Eau.	1,063
	Coke.	0,153

A la descente et pour une vitesse moyenne de $49^k,90$ à l'heure :

		kil.
Par tonne brute et par kilomètre.	Eau. $\frac{328.6}{86 \times 17}$	=0,225
	Coke. $\frac{0,225}{6,93}$	=0,0325
Par tonne remorquée et par kil.	Eau.	0,322
	Coke.	0,0464

Expériences du 29 novembre.

Convoi de 15 wagons pesant ensemble 90 tonnes; poids total du convoi, y compris la locomotive et le tender, 116 tonnes;

A la remonte, pour une vitesse moyenne de $32^k,9$ à l'heure :

		kil.
Par tonne brute et par kilomètre.	Eau. $\frac{1308}{116 \times 17}$	=0,663
	Coke.	0,0973
Par tonne remorquée et par kil.	Eau. $\frac{1308}{90 \times 17}$	=0,8549
	Coke.	0,1255

A la descente pour une vitesse de $46^k,3$ par heure :

		kil.
Par tonne brute et par kilomètre. . .	Eau. . . .	0,216
	Coke. . .	0,0317
Par tonne remorquée et par kilomètre.	Eau. . . .	0,2784
	Coke. . .	0,0408

Enfin, les résultats des expériences sur des trains de poids variés remorqués avec le plus de vitesse possible, faites le 30 novembre, sont résumés dans le tableau suivant :

(*Voir* le tableau page 211.)

Nombre de wagons remorqués.	Poids brut du convoi, marchandises et tender compris.	Vitesse à la remonte, en kilomètres par heure.	Eau par tonne et par kilomètre à la remonte.	Coke par tonne brute et par kilomètre à la remonte.	Détente. Fraction de la course du piston pendant laquelle la vapeur est admise.	Poids du convoi, machine et tender non compris.	Coke par tonne remorquée.
	tonnes.		kilog.	kilog.		tonnes.	kilog.
4	50	57,10	1,082	0,167	1/2	24	0,35
8	74	56,00	1,021	0,158	1/2	48	0,24
12	98	46,80	0,789	0,122	1/2	72	0,17
16	120	40,00	0,831	0,129	2/3	94	0,16
20	134	38,20	0,680	0,105	2/3	108	0,13

Le coke brûlé dans ces expériences provenait des houilles du Nord, et était inférieur aux cokes de Saint-Étienne et d'Angleterre. Quatre échantillons pris sur la masse et incinérés dans le laboratoire ont laissé 15,4, 18,6, 17,8 et 15,6 pour 100 de cendres : moyennement 16,85 pour 100.

Discussions résultats obtenus.

Pour que ces expériences fussent rigoureusement comparables entre elles, il faudrait que les résistances du convoi fussent, dans chaque cas, proportionnelles aux poids bruts mis en mouvement. Il en est probablement à peu près ainsi pour les résistances dépendantes des frottements dont l'intensité est indépendante de la vitesse, du moins dans les limites des expériences connues. Mais il en est tout autrement de la résistance de l'air, qui entre pour une part considérable dans la somme totale des résistances, et qui varie avec la vitesse du convoi, sa composition, la direction et l'intensité du vent. C'est pourquoi, les vitesses ayant été plus petites à mesure que le poids des

convois était plus grand, les résistances par tonne de poids étaient moindres pour les convois les plus lourds, bien que l'augmentation du nombre des wagons composant les convois lourds, pût donner lieu à un accroissement de résistance de l'air, qui compensât en partie la diminution due au ralentissement de la vitesse. Aussi voyons-nous que, sauf une seule exception, les consommations d'eau et de coke, par tonne et par kilomètre parcouru, ont été constamment en diminuant à mesure que les convois étaient plus lourds et leur vitesse moindre.

Ainsi, dans les expériences du 16 novembre, le convoi pesant en tout 56 tonnes, machine et tender compris, et étant remorqué, à la remonte, à la vitesse de 47^k,6 par heure, les consommations d'eau et de coke ont été respectivement, par tonne et par kilomètre parcouru, de 0^k,86 et 0^k,11.

Dans les expériences du 29, le convoi pesant en tout 116 tonnes et étant remorqué à la remonte à la vitesse de 32^k,9 à l'heure, les consommations d'eau et de coke, par tonne et par kilomètre parcouru, ont été respectivement de 0^k,66 et 0^k,097.

Le rapport entre les consommations d'eau à ces limites extrêmes de nos expériences est celui de 66 à 86 ou 100 à 127.

Le rapport entre les consommations de coke est celui de 97 à 110 ou 100 à 113.

Le second rapport est plus faible que le premier, parce que la quantité d'eau vaporisée par kilogramme de coke augmente à mesure que l'on brûle moins de coke dans le même temps; cela tient à ce que la chaleur emportée par les produits de la combustion qui se perdent dans l'atmosphère est d'autant moindre que la combustion est plus

lente. Cette circonstance fait que les consommations de combustible à la remonte conclues des consommations totales pour le voyage complet (aller et retour), en répartissant ces consommations respectives sur la remonte et la descente proportionnellement aux quantités d'eau vaporisées, doivent être au-dessous des consommations réelles.

Dans une machine fixe à haute pression et à détente variable, le travail utile correspondant à un poids donné de combustible augmente généralement avec l'étendue de la détente, de sorte que la valeur maximum de ce rapport correspond à une charge de la machine, qui est toujours une assez petite fraction, le cinquième ou le sixième peut-être de la charge que la machine pourrait admettre, en travaillant sans détente; et ce fait met en évidence l'utilité de la détente de la vapeur. Pour savoir si la locomotive *Mulhouse* donne, sous ce rapport, un résultat analogue à celui des machines fixes, il aurait fallu mesurer, dans chacune de nos expériences, les résistances totales des convois, qui sont dues à la gravité, aux frottements et à la résistance de l'air. La mesure expérimentale de ces résistances aurait exigé des dynamomètres qui n'étaient point à notre disposition; il aurait fallu faire une série d'expériences spéciales pour déterminer les résistances des frottements de la machine elle-même.

On pourrait essayer de suppléer à des essais directs, en calculant les résistances de toute nature, d'après les données que l'on trouve dans quelques ouvrages; mais il nous a paru que ces résistances étaient tellement dépendantes de la construction de la voie et des voitures composant le train remorqué, qu'il n'était pas possible d'ap-

pliquer, avec quelque exactitude, les résultats déduits d'expériences connues, à d'autres chemins et à des wagons d'une autre construction que ceux sur lesquels ces expériences ont été faites. Nous avons en conséquence renoncé à entreprendre des calculs qui n'auraient eu que l'apparence de la précision. D'un autre côté, si l'on comparait, sous le rapport des consommations de combustible, à même charge et même vitesse, la locomotive *Mulhouse* aux machines anglaises du chemin de Liverpool à Manchester, qui ont été le sujet des expériences rapportées dans le *Traité des machines locomotives* de M. de Pambour, on trouverait que la machine française est bien supérieure. Il suffit, pour s'en convaincre, de rapprocher les résultats bruts de nos expériences de ceux qui sont imprimés à la page 350 de la 2e édition du *Traité des locomotives* (1). Mais cette comparaison ne

(1) Voici le tableau traduit en mesures françaises des résultats qui se rapportent à la machine *Star*, dans l'ouvrage cité :

DÉSIGNATION du train remorqué.	POIDS du train remorqué.	VITESSE moyenne en kilomètres par heure.	COKE consommé par tonne tirée à un kilomètre sur niveau en kilogramm.	OBSERVATIONS.
wagons.	tonnes	kilom.	kilog.	
23	114,77	24,15	0,11	Temps beau et calme.
22	104,18	22,30	0,13	
15	69,55	23,26	0,15	
20	90,80	27,93	0,14	
15	55,74	28,11	0,16	
9	42,98	30,25	0,15	
12	54,34	29,49	0.19	
12	38,15	33,46	0,25	

Les nombres inscrits dans la 4e colonne du tableau pré-

prouverait pas que la machine de M. Meyer fût supérieure aux machines locomotives récemment construites en Angleterre ou en France; car il est

---

cédent sont donnés par le calcul et non par l'expérience directe, l'auteur ayant dû réduire les consommations observées à ce qu'elles auraient été si le convoi eût été tiré sur niveau, au lieu d'être tiré sur le chemin de Liverpool à Manchester.

Le chemin de Paris à Versailles est une rampe continue de $0^m,004$ par mètre, sauf une rampe de $0^m,01$ par mètre, sur 400 mètres de longueur développée, qui est à la partie supérieure du chemin aux abords de Versailles. Si pour comparer les consommations de coke par tonne tirée à un kilomètre sur niveau de la *Mulhouse* et de la machine *Star*, nous prenons les moyennes des consommations pendant les deux parties du trajet à la remonte et à la descente; nous formons le tableau suivant :

DÉSIGNATION du train remorqué.	POIDS du train remorqué.	VITESSE moyenne en kilomètres par heure.	COKE consommé par tonne remorquée à 1 kilom. sur niveau en kilogr.	OBSERVATIONS.
wagons.	tonnes.	kilom.	kilog.	
5	30	48,96	0,161	Moyenne des expériences des 16 et 27 novembre.
10	60	45,40	0,0997	Expérience du 28 novembre.
15	90	39,60	0,0832	Expérience du 29 novembre.

Le rapprochement des résultats met en évidence la grande supériorité de la *Mulhouse* sur les anciennes machines : cependant la marche que nous avons suivie est évidemment défavorable à la *Mulhouse*, et l'on arriverait, ainsi que nous nous en sommes assurés, à des résultats bien plus saillants encore en partant des consommations observées à la remonte, et ramenant, par un calcul analogue à celui de M. de Pambour, les charges remorquées sur la rampe, à ce qu'elles auraient été sur niveau.

certain que les bonnes machines, aujourd'hui en usage, dépensent beaucoup moins de combustible que celles qui ont été le sujet des expériences de M. de Pambour : ce résultat est dû à plusieurs améliorations, dont la plus importante consiste, sans contredit, dans la détente fixe obtenue par l'augmentation de largeur des rebords et l'avance des tiroirs.

Nous avons déjà dit que la *Mulhouse* avait présenté une économie de combustible de 25 à 30 pour 100 sur l'ensemble des machines de la rive gauche. Ces machines, bien supérieures à celles que M. de Pambour a étudiées en 1834 et 1835, sont toutes à détente fixe; mais il est possible qu'elles soient encore inférieures aux machines le plus récemment importées d'Angleterre.

Il convient, pour apprécier au juste le mérite de l'invention de M. Meyer, de mettre la *Mulhouse* en lutte avec les machines les plus récentes sorties des ateliers de Hawtorn, Sharp et Roberts ou Stephenson. C'est ce qu'il était impossible de faire sur le chemin de la rive gauche, qui ne possède pas de ces machines; mais ces essais pourront avoir lieu sur les lignes de Corbeil et d'Orléans, où la machine de M. Meyer est actuellement transportée.

La machine *Mulhouse* considérée en elle-même.

Dès à présent nos expériences nous mettent à même de déclarer que la locomotive *Mulhouse* est une très-bonne locomotive; que, malgré ses grandes dimensions, qui la rendent susceptible de développer au besoin une puissance égale à celle des plus fortes locomotives usitées, lorsqu'on réduit l'étendue de la détente au tiers de la course du piston ou qu'on le supprime complétement, elle remorque néanmoins les trains fort légers de

3 à 5 voitures de voyageurs, avec une fort grande économie de combustible, comparativement à l'ensemble des machines du chemin de fer de la rive gauche qui ne paraissent pas elles-mêmes être sensiblement inférieures aux machines employées sur d'autres chemins de fer (sauf toutefois les machines qui ont reçu des perfectionnements récents, et dont nous n'avons pu apprécier l'importance par des expériences directes).

La chaudière et toutes les pièces du mécanisme de la *Mulhouse* sont bien proportionnées. La tuyère à échappement variable de M. Meyer, qui est représentée dans les *fig.* 6 et 7, paraît devoir être d'un bon usage. Toutefois elle n'a été montée qu'après que nos expériences étaient terminées, et nous n'avons pu en faire usage. Enfin l'ensemble de la machine présente tous les caractères d'une construction bonne, solide et durable (1).

Appréciation du système de la détente variable de M. Meyer et comparaison avec le système récemment adopté par Stephenson.

Quant aux moyens par lesquels M. Meyer réalise une détente variable à la volonté du mécanicien, on ne peut se dissimuler qu'ils compliquent la machine d'une manière assez notable. Ainsi, chaque cylindre a réellement deux tiroirs au lieu d'un seul; car on peut considérer les taquets de la détente comme un second tiroir. Ce second tiroir

---

(1) Cette tuyère, dans la partie voisine de son orifice, est limitée par deux parois planes, fixes et verticales A, A, *fig.* 7, distantes de $0^m.08$, et par deux parois concaves BB' mobiles, autour d'axes attachés aux parois fixes latérales inférieures. Un mécanisme à portée de mécanicien lui permet de rapprocher ou d'écarter à volonté les deux bords mobiles de l'orifice, de sorte que la dimension de cet orifice dans le sens parallèle à AB' peut varier depuis 112 millim., largeur maximum, jusqu'à 44 millim., largeur minimum, *fig.* 6.

entraîne, pour chaque cylindre, deux presse-étoupes de plus, à travers lesquels la tige des taquets traverse les deux faces opposées de la boîte de distribution de vapeur. Nous devons même ajouter que le serrage et le garnissage de ces presse-étoupes est rendu un peu malaisé, par leur position et leur rapprochement des presse-étoupes des tiroirs proprement dits. Enfin, le mécanisme à l'aide duquel le mécanicien fait varier la position des taquets de détente sur la tige n'est pas non plus exempt de complication. A côté de ces inconvénients dont un plus long usage pourra seul faire apprécier la gravité, le système de M. Meyer donne le moyen d'obtenir une détente variable à volonté, entre telles limites que l'on voudra, et ce résultat est obtenu en introduisant toujours la vapeur, au même point de la course du piston, sans faire varier l'avance à l'échappement ni à la fermeture du tuyau d'échappement.

En un mot, la vapeur est toujours admise dans le cylindre au moment convenable, et la fermeture du tuyau d'échappement n'a lieu que tout près de la fin de la course du piston.

De tous les moyens d'obtenir une détente variable dans les machines locomotives qui ont été publiés jusqu'ici, il n'y a, à notre connaissance, que celui de M. Meyer qui satisfasse complétement aux conditions énoncées ci-dessus.

Nous avons visité, dans les ateliers du chemin de fer de la compagnie d'Orléans, les dernières machines sorties des ateliers de M. Stephenson, dites *new patented*, et dans lesquelles on a voulu réaliser, par des moyens très-simples, la détente variable.

Le procédé imaginé dans ce but par l'ingénieur

anglais consiste en ceci : il a réuni les deux extrémités des bielles d'excentriques de la marche en avant et de la marche en arrière par un arc de cercle formé de deux bandes parallèles évidées intérieurement de façon à présenter une gouttière ou rainure dans laquelle s'engage l'extrémité de la tige du tiroir. Lorsque les deux bielles sont également inclinées sur la ligne horizontale, l'arc de cercle dont il s'agit a son centre sur l'axe de l'essieu coudé. Un des points de cet arc en coulisse circulaire est maintenu par une tige de suspension à une distance invariable de l'extrémité du bras d'un levier coudé porté sur un arbre horizontal. Le mécanicien peut à volonté relever le bras auquel est ainsi suspendu l'arc de cercle et le système des deux bielles d'excentriques. Les limites de l'excursion du bras releveur sont celles qui correspondent aux positions où l'extrémité de la tige du tiroir se trouve prise dans la coulisse circulaire, aux points mêmes où sont fixées les extrémités des deux bielles d'excentriques. Dans ces cas extrêmes, le tiroir est conduit à peu près comme il le serait dans la machine ordinaire *enclanchée* respectivement pour la marche en avant ou pour la marche en arrière. Pour d'autres positions de l'extrémité du bras releveur, la tige du tiroir se trouve engagée dans un point de la coulisse intermédiaire entre les points d'attache des tiges des deux bielles d'excentriques; il en résulte que sa marche participe à la fois de la marche dans les deux sens, et que l'amplitude de la course est diminuée. Le minimum d'amplitude correspond au cas où la tige du tiroir est engagée au milieu de la coulisse circulaire, à égale distance des extrémités des bielles. Il est aisé de voir que, dans cette position

moyenne, la course du tiroir diffère peu du double du sinus de l'angle d'avance donné à chacun des excentriques, mesuré dans le cercle qui a pour rayon l'excentricité; et si cette longueur est moindre que l'excès de la largeur des rebords du tiroir sur celle de la lumière correspondante, la lumière demeurera constamment couverte, et la vapeur ne pénétrera point du tout dans le cylindre. Ce sera comme si l'on tenait le régulateur de la chaudière constamment fermé. Dans les positions du bras releveur supérieures à la position moyenne, la machine est *enclanchée* pour la marche en avant; dans les positions inférieures, la machine est *enclanchée* pour la marche en arrière; mais dans l'un et l'autre cas, l'excursion du tiroir est diminuée, et il en résulte une augmentation de l'avance à l'admission, et une avance beaucoup plus grande à la suppression de la vapeur; mais en même temps la communication avec le tuyau d'échappement est fermée bien avant la fin de la course du piston, ce qui donne lieu à une contre-pression très-défavorable à l'économie de la force motrice. M. Clarke a fait relever la distribution des machines de Stephenson, et a eu l'obligeance de nous communiquer les épures dessinées. Voici, d'après ces épures, ce qui se passe dans la machine n° 45.

La course du piston est de $0^m,51$.

La plus grande excursion du tiroir est de $0^m,0835$.

Quand le tiroir a sa course entière, la machine étant enclanchée pour la marche en avant, la vapeur est admise dans le cylindre $0^m,001$ et $0^m,0015$ avant la fin de la course du piston. (Avance à l'admission, $0^m,001$ et $0^m,0015$.)

La partie opposée du cylindre a été mise en

communication avec le tuyau d'échappement, $0^m,008$ et $0^m,014$ avant la fin de la course. (Avance à l'échappement, $0^m,008$ et $0^m,014$).

La vapeur est supprimée lorsque le piston est arrivé à $0^m,07$ de l'extrémité de sa course directe, et $0^m,05$ de l'extrémité de sa course rétrograde; et la fermeture du tuyau d'échappement a lieu lorsque le piston arrive à $0^m,036$ et $0^m,026$ de ces mêmes extrémités.

Ainsi, dans la marche qu'on peut appeler normale, l'espace où la vapeur se détend par suite de l'avance du tiroir et du recouvrement est moyennement de $0^m,06$ sur $0^m,51$ de course totale, ou 1/8 environ de la course totale. Comme la vapeur est évacuée $0^m,011$ moyennement avant la fin de la course, cela réduit à $0^m,05$ ou 1/10 de la course totale l'étendue de la détente; la vapeur se comprime derrière le piston pendant les derniers $0^m,031$ de la course moyennement.

Si on relève la tige de suspension du système des excentriques de manière à réduire l'amplitude de l'excursion du tiroir à $0^m,052$, on a les résultats suivants :

La vapeur est admise dans le cylindre :

Pour la course directe. . .	8 mill. 1/2	avant la fin de la course en sens opposé.
Pour la course rétrograde.	13 mill. 1/2	

L'espace en arrière du piston a été mis en communication avec le tuyau d'échappement :

Pour la course directe. . .	40 mill. 1/2	avant la fin de la course en sens opposé.
Pour la course rétrograde.	57 mill.	

La vapeur est supprimée :

A $0^m,194$ avant la fin de la course directe;
A $0^m,1515$ avant la fin de la course rétrograde.

Enfin la communication de l'espace en arrière

du piston avec le tuyau d'échappement est fermée :

Pour la course directe. . .	122 mill.	avant la fin de la course.
Pour la course rétrograde.	89 mill.	

Ainsi, pour obtenir la suppression de la vapeur aux 2/3 moyennement de la course du piston, on évacue la vapeur de $0^m,057$ à $0^m,040$ avant la fin de cette course, ce qui réduit à $0^m,137$ et $0^m,1115$, moyennement $0^m,1245$ ou 1/4 de la course, l'étendue de la détente. On précipite l'admission de la vapeur, et surtout la fermeture du tuyau d'échappement, de telle sorte que la contre-pression s'exerce pendant 1/5 à peu près de la course du piston.

Ce n'est pas là une bonne distribution de la vapeur. La distribution obtenue par les mécanismes de M. Stephenson deviendrait de plus en plus vicieuse, à mesure que l'on voudrait diminuer davantage l'étendue de l'excursion du tiroir pour utiliser la détente pendant une plus grande partie de la course du piston : aussi les machines nouvelles de cet habile constructeur ne nous paraissent-elles pas devoir fonctionner avec avantage à détente variable entre des limites très-étendues; et il est possible qu'il fût plus avantageux de se servir, dans certains cas, du régulateur pour modérer la puissance, que de diminuer beaucoup l'étendue de l'excursion du tiroir. Il resterait cependant encore à la machine Stephenson l'avantage d'une extrême simplicité, et nous devons reconnaître qu'en la considérant comme devant fonctionner à détente fixe, les mécanismes du changement de marche, des pompes alimentaires et de tout l'ensemble sont groupés avec une

simplicité admirable qui diminuera sans doute notablement les frais d'entretien.

Ces dispositions peuvent être, en partie, imitées par M. Meyer, qui pourra ainsi améliorer sa machine et la construire à un prix moins élevé, sans cependant sacrifier à une excessive simplicité son appareil de détente variable dont l'efficacité ne nous paraît pas douteuse.

Résumé et conclusions.

Il résulte des expériences faites par M. Petiet et de celles que nous avons faites nous-mêmes sur la locomotive *Mulhouse*, construite par M. Meyer:

1° Que cette machine est susceptible de développer, au besoin, une puissance comparable à celle des plus fortes machines locomotives que l'on ait construites jusqu'ici.

2° Qu'elle peut néanmoins remorquer, avec une économie notable de combustible, comparativement aux bonnes machines à détente fixe obtenue par l'avance du tiroir et le recouvrement, des trains très-légers, tels que ceux qui font pendant la semaine le trajet de Paris à Versailles sur le chemin de Versailles (rive gauche). Comparativement à l'ensemble des machines de ce chemin, la *Mulhouse* présente une économie de combustible de 24 à 30 pour 100.

3° Ce résultat doit être certainement attribué à la grande étendue de la détente dont on fait usage pour la remorque de trains peu lourds.

4° Le système de détente variable imaginé par M. Meyer satisfait à toutes les conditions d'une bonne distribution de la vapeur pour tous les degrés de détente. Il se prête d'ailleurs à toutes les

modifications qui seraient reconnues utiles sous le rapport de l'avance à l'échappement et à l'admission, modifications que l'on peut faire de la même manière que dans les simples machines à tiroir.

5° Les avantages particuliers au système Meyer sont accompagnés d'une complication assez grande de mécanisme; une expérience prolongée pourra seule faire apprécier la gravité de cet inconvénient. Pendant toute la durée de nos expériences, et pendant le service qu'elle avait fait antérieurement sur le chemin de fer de Versailles (rive gauche), les inconvénients de cette complication plus grande n'ont pas été sensibles.

6° La machine *Mulhouse* est très-bien construite : indépendamment du système de détente variable, tous les détails en sont bien étudiés et soignés. Nous signalerons entre autres la tuyère d'échappement à orifice variable, qui nous paraît devoir être avantageuse.

7° Les mécanismes de la machine *Mulhouse* sont groupés avec moins de simplicité que ceux des dernières machines locomotives importées d'Angleterre et sorties des ateliers de Stephenson. Plusieurs des simplifications imaginées par l'habile constructeur anglais pourront être adaptées à la machine Meyer.

D'après tout ce qui précède, la commission estime qu'il y a lieu de continuer les expériences sur la machine *Mulhouse*, qui est actuellement transportée sur la ligne des chemins de fer d'Orléans et de Corbeil, afin de mettre cette machine en parallèle avec les machines les plus récentes importées d'Angleterre.

M. Meyer demande que ces expériences soient

faites, et l'administration de la compagnie du chemin de fer d'Orléans veut bien s'y prêter.

On pourrait profiter de cette occasion pour mesurer expérimentalement les résistances à la traction des trains remorqués, à diverses vitesses, et sur les pentes variées qu'offre le tracé du chemin d'Orléans. Il suffirait pour cela que la commission eût à sa disposition un dynamomètre à style ou à roulette pouvant mesurer des tractions de 1.000 à 2.000 kilogrammes.

La commission pense qu'il serait utile que l'administration fît l'acquisition d'un instrument de ce genre qui servirait dans beaucoup d'autres occasions. Le prix d'un dynamomètre à roulette et d'un chronomètre s'éleverait à peu près à 1.000 francs.

Il serait également convenable de chercher à adapter à l'un des cylindres de la *Mulhouse* un indicateur à style, pour mesurer les pressions variables de la vapeur dans le cylindre; une somme de 200 fr. serait nécessaire pour l'acquisition de cet instrument.

Les dispositions préparatoires pour les expériences et l'application des instruments aux machines et aux convois remorqués nécessiteraient une dépense que l'on peut évaluer à 400 fr.

D'un autre côté, il résulte de la déclaration de M. Petiet, que les frais des expériences faites sur le chemin de fer de la rive gauche, et qui restent à la charge de M. Meyer, s'élèvent à la somme de 1.125 fr. Nous pensons que, dans le cas où il y aurait une somme à peu près pareille à payer à la compagnie d'Orléans pour la suite des expériences, il conviendrait que l'administration ne la laissât pas à la charge de M. Meyer, qui a déjà fait des sacri-

fices assez considérables pour mettre en évidence les avantages de ces machines.

La commission croit donc devoir proposer à M. le Sous-Secrétaire d'État des Travaux publics d'allouer, sur les fonds du budget consacrés aux études de chemin de fer, un crédit de 3.000 fr., qui serait employé comme suit :

	fr.
Achat d'un dynamomètre à roulette et chronomètre.	1.000
Un indicateur de pression à style.	200
Frais des expériences à faire sur le chemin d'Orléans : mise en place des instruments, et préparation aux expériences.	400
Dépense en combustible et autres frais dont la compagnie d'Orléans demandera peut-être le remboursement.	1.200
Somme à valoir.	200
Total.	3.000

(Les deux instruments, d'une valeur de 1.200 fr. ensemble, resteraient à l'administration et pourraient être déposés dans la collection de l'École royale des mines, pour servir aux nouvelles expériences qui seraient jugées utiles.)

Bien que de nouvelles expériences soient nécessaires pour établir la supériorité ou l'infériorité de la machine *Mulhouse*, comparativement aux machines locomotives le plus récemment importées d'Angleterre, la commission estime qu'il y a lieu, dès à présent, de la part de M. le Ministre des Travaux publics :

1° De remercier M. Meyer de sa communication et de féliciter ce constructeur des améliorations qu'il a introduites dans la construction des machines locomotives ;

2° De prendre ces perfectionnements en consi-

dération, dans le cas où l'état aurait à faire l'acquisition de nouvelles machines pour le service des lignes de chemins de fer qui seraient exploitées par lui;

3° De faire délivrer à M. Meyer un extrait du présent rapport contenant les résultats des expériences faites sur le chemin de fer de Versailles (rive gauche), ainsi que la partie de la discussion et des conclusions qui ont ces expériences pour point de départ et pour base.

Les membres de la commission,

ALPH. BAUDE, BINEAU, S. LECHATELLIER;

CH. COMBES, rapporteur.

16 novembre 1843.

30 tonnes, 5 wag

Numéros des voyages (aller et retour).	Parcours en kilomètres.	DURÉE DES VOYAGES.							VITESSE A L'HEURE			
		Marche.			Stationnement.			Totale.	En marche.		Pour le tra complet	
		Remonte.	Descente.	Total.	Versailles.	Paris.	Total.		Remonte.	Descente.	Remonte.	Descente.
		h. m. s.	h. m. s.	h. m. s.	h. m. s.	h. m. s.	h. m. s.	h. m. s.	kil.	kil.	kil.	kil.
1	34	0 23 00	0 22 12	0 45 15	0 09 53	0 17 45	0 27 38	1 12 53	46,00	49,40	44,30	45,90
2	34	0 22 45	0 21 30	0 44 15	0 07 45	0 19 20	0 27 05	1 11 20	46,80	49,30	44,80	47,50
3	34	0 22 00	0 21 10	0 43 10	0 36 00	0 22 20	0 58 20	1 41 30	48,00	50,50	46,40	48,20
4	34	0 22 30	0 22 30	0 45 00	0 13 10	0 18 00	0 31 31	1 16 10	46,80	49,00	45,40	45,00
5	15	0 20 00	»	0 20 00	»	»	»	0 20 00	49,70	»	45,00	»
Totaux.	151	1 50 15	1 27 25	3 17 40	1 06 48	1 17 45	2 24 13	5 41 53	»	»	»	»
Moyennes prises sur les 4 premiers voyages. . .		»	0 21 50	0 44 25	0 16 42	0 19 21	0 36 03	1 20 28	»	49,30	»	46,76
Moyennes générales. . .		0 22 03	»	»	»	»	»	»	47,16	»	45,18	»

La vitesse en marche est déduite du temps employé à parcourir les 14 kilomètres compris entre la borne n° 1 et la borne n° 16.

(a) Vent d'ouest faible. — Neige légère le matin.

(b) A la remonte le régulateur est entièrement ouvert. — A la descente il est presque fermé.

TABLEAU N° 2.

…s. { Voitures. . 3t,6
{ Fonte. . . . 2t,4

…ss …s.	DÉTENTE. — Fraction de la course pendant laquelle la vapeur est admise.		TUYAU d'échappement (numéro des crans).		CONSOMMATIONS.						Eau vaporisée par kilogramme de coke consommé.	OBSERVATIONS.
					Eau.				Coke.			
Descente.	Remonte.	Descente.	Remonte.	Descente.	Remonte.	Descente.	Total.	Par kilomètre.	Total.	Par kilomètre.		
…lm.					kil.	kil.	kil.	kil.	kil.	kil.	kil.	
,60	1/3 à 1/4	1/5	3	6	780	280	1060	»	»	»	»	(a)
,01	1/3 à 1/5	1/5	4 à 5	6	750	555	1305	»	»	»	»	(b)
,15	1/4 à 1/5	1/5	5 à 6	6	975	380	1355	»	»	»	»	(c)
,99	1/4 à 1/5	1/5	4 à 6	»	790	350	1095	»	»	»	»	
»	1/4 à 1/5	1/5	4 à 6	6	755	«	755	»	»	»	»	(d)
»	»	»	»	»	4050	1520	5570	»	727,50	»	»	(e)
…,94	»	»	»	»	823,7	380	1203,70	35,40	157,60	4,63	7,64	
»	1/3 à 1/5	1/5	3 à 6	6	»	»	»	36,88	»	4,82	7,66	

…ke est de qualité ordinaire. L'eau chauffée à diverses reprises est tiède pendant la moitié de …e.

… kilom. une fourchette d'excentrique se casse et l'expérience est arrêtée au 15e kilom.

…onsomme 300 kilogrammes de coke pour remplir le foyer et pour l'allumage.

28 novembre 1843.

60 tonnes, 10 w

Numéros des voyages (aller et retour).	Parcours en kilomètres.	DURÉE DES VOYAGES.							VITESSE A L'HEURE.			
		Marche.			Stationnement.			Totale.	En marche		Pour le traj complet.	
		Remonte.	Descente.	Total.	Versailles.	Paris.	Total.		Remonte.	Descente.	Remonte.	Descente.
		h. m. s.	h. m. s.	h. m. s.	h. m. s.	h. m. s.	h. m. s.	h. m. s.	kil.	kil.	kil.	kil.
1	34	0 32 00	0 22 00	0 54 00	0 13 30	0 19 50	0 33 20	1 27 20	37,90	50,40	31,90	46,40
2	34	0 28 40	0 21 30	0 50 10	0 09 10	0 44 20	0 53 30	1 43 40	41,20	50,40	35,60	47,50
3	34	0 26 25	0 22 10	0 48 35	0 09 35	0 18 50	0 28 25	1 17 00	38,00	49,01	38,40	46,00
4	34	0 29 40	0 21 30	0 51 10	0 07 50	0 41 50	0 49 10	1 40 50	42,00	50,40	34.30	47,50
5	34	0 25 10	0 22 20	0 47 30	0 09 00	0 13 40	0 22 40	1 10 10	43,02	50,00	40,06	46,00
Tot.	170	2 21 55	1 49 30	4 11 25	0 49 30	2 18 30	3 07 35	7 19 [illegible]0	»	»	»	»
Moye.	34	0 28 23	0 21 54	0 50 17	0 09 49	027 42	0 37 31	1 27 48	40,90	49,90	26.16	46,68

(*a*) Vent d'ouest faible. — Beau temps.
(*b*) Le régulateur entièrement ouvert à la remonte et presque entièrement fermé à la descente.

TABLEAU N° 4.

…nes. { Voitures. . 3t,6
{ Fonte. . . 2t,4

DÉTENTE. — Fraction de la course pendant laquelle la vapeur est admise.		TUYAU d'échappement (numéro des crans).		INDICATIOR du niveau au-dessous de la virole supérieure.		CONSOMMATIONS.						Eau vaporisée par kilogramme de coke consommé.	OBSERVATIONS.
						Eau.				Coke.			
Remonte.	Descente.	Remonte.	Descente.	Remonte.	Descente.	Remonte.	Descente.	Total.	Par kilomètre.	Total.	Par kilomètre.		
				c.	c.	kil.	kil.	kil.	kil.	kil.	kil.	kil.	
3	5	4 à 6	6	9	10	1050	265	1315	»	»	»	»	(a)
3	5	6	6	7	10	1180	400	1580	»	»	»	»	(b)
3	5	4 à 6	6	10	13	1117	308	1425	»	»	»	»	(c)
3	5	6	6	8	12	1055	350	1405	»	»	»	»	(d)
3	5	6	6	8	10	1020	320	1340	»	»	»	»	
»	»	»	»	»	»	5422	1643	7065	41,56	1018,50	5,99	6,93	
3	5	4 à 6	6	8,4	11	1084,40	328,60	1413	41,56	203,70	5,99	6,93	

…ues patinent pendant les trois premiers voyages et surtout au départ.
…ke est de qualité ordinaire. — L'eau froide.

29 novembre 1843.

90 tonnes, 15

Numéros des voyages (aller et retour).	Parcours en kilomètres.	DURÉE DES VOYAGES. Marche. Remonte.	Marche. Descente.	Marche. Total.	Stationnement. Versailles.	Stationnement. Paris.	Stationnement. Total.	Totale.	VITESSE A L'HEURE. En marche. Remonte.	En marche. Descente.	Pour le tr[ajet] complet. Remonte.	Pour le tr[ajet] complet. Descente.
	kil.	h. m. s.	h. m. s.	h. m. s.	h. m. s.	h. m. s.	h. m. s.	h. m. s.	kil.	kil.	kil.	kil.
1	34	0 36 00	0 23 00	0 59 00	0 10 80	0 44 45	0 55 15	1 54 15	35,20	47,10	28,40	44,30
2	34	0 31 45	0 23 15	0 55 00	0 09 00	0 19 15	0 28 15	1 23 15	34,20	45,90	32,20	43,80
3	34	0 14 20	0 25 00	0 59 20	0 10 10	0 33 00	0 43 10	1 42 30	30,80	45,20	29,60	40,80
4	34	0 37 00	0 23 40	1 00 40	0 08 10	0 19 45	0 27 55	1 28 35	32,10	46,40	23,60	43,10
5	34	0 32 25	0 23 25	0 55 60	0 07 00	0 10 35	0 17 35	1 13 25	32,50	46,70	31,50	43,03
Tot.	170	2 51 30	1 58 20	4 49 50	0 44 50	2 07 20	2 52 10	7 42 00	»	»	»	»
Moy^e.	34	0 34 18	0 23 40	0 57 58	0 08 58	0 25 28	0 34 26	1 32 24	32,90	46,30	29,86	43,06

(a) Beau temps le matin.— Vent d'ouest faible.
(b) Vers le milieu de l'expérience le vent s'élève et passe au nord-ouest.

TABLEAU N° 5.

{ Voitures. . 3t,6
{ Fonte. . . . 2t,4

DÉTENTE. — Fraction de la course pendant laquelle la vapeur est admise.		TUYAU d'échappement (numéros des crans).		INDICATEUR du niveau au-dessous de la virole supérieure.		CONSOMMATIONS.						Eau vaporisée par kilogramme de coke consommé.	OBSERVATIONS.
						Eau.				Coke			
Remonte.	Descente.	Remonte.	Descente.	Remonte.	Descente.	Remonte.	Descente.	Totale.	Par kilomètre.	Totale.	Par kilomètre.		
				c.	c.	kil.	kil.	kil.	kil.	kil.	kil.	kil.	
2 à 3	5	4 à 6	6	9	10	1330	330	1660	»	»	»	»	(a)
2 à 3	5	6	6	7	12	1330	450	1780	»	»	»	»	(b)
2 à 3	5	6	6	10	16	1365	520	1885	»	»	»	»	(c)
2 à 3	5	4 à 6	6	12	14	1155	470	1625	»	»	»	»	
2 à 3	5	4 à 6	6	13	15	1360	360	1720	»	»	»	«	
»	»	»	»	»	»	6540	2130	8670	»	»	»	»	
2 à 3	5	4 à 6	6	10,2	13,4	1308	426	1734	51	1274	7,49	6,81	

...ses patinent aux premiers voyages. Le régulateur est presque entièrement fermé à la
On nettoie les tubes après le troisième voyage. Le coke est de qualité ordinaire. L'eau

30 novembre 1843.

Charges vari

Numéros des voyages (aller et retour).	Parcours en kilomètres.	DURÉE DES VOYAGES. Marche (arrêts déduits). Remonte.	Descente.	Total.	Stationnements. Versailles.	Paris.	En route.	Total.	VITESSE A L'HEURE. En marche. Remonte.	Descente.	Pour le traj complet. Remonte.	Descente.
	kil.	h. m. s.	h. m. s.	h. m. s.	h. m. s.	h. m. s.	h. m. s.	h. m. s.	kil.	kil.	kil.	kil.
I. 4 wagons charg												
1	34	0 17 30	0 20 30	0 38 00	0 10 00	0 18 30	0 04 10	0 32 40	68,10	51,90	58,30	49,70
II. 8 wagons charg												
2	34	0 22 30	0 23 30	0 46 00	0 35 30	0 25 20	0 05 00	1 05 50	56,00	46,30	45,70	43,40
III. 12 wagons charg												
3	34	0 25 30	0 23 00	0 48 30	0 06 59	0 35 00	0 06 20	0 48 19	46,80	47,40	40,00	44,30
IV. 16 wagons dont un vi												
4	34	0 30 00	0 24 00	0 54 00	0 00 00	0 23 50	0 06 00	0 38 50	40,00	45,90	34,00	42,50
V. 20 wagons dont *cinq* vid												
5	34	0 30 10	0 23 00	0 53 10	0 11 00	0 11 40	0 00 00	0 22 40	38,20	44,70	33,70	44,03

Nota. La consommation totale d'eau s'élève à 8.835 kilogrammes, celle de coke à 1.366,4 kilog 1 kilog. de coke vaporise en moyenne 6,46 kilog. d'eau. C'est ainsi qu'ont été calculées les consommations de coke par kilomètre pour chaque voyage complet.

(a) Beau temps. Vent nord très-faible. Coke de qualité ordinaire. Eau froide. Régulateur ou à la remonte, presque fermé à la descente.

TABLEAU N° 6.

…es vitesses.

…sions …ues. Descente.	DÉTENTE. — Fraction de la course pendant laquelle la vapeur est admise. Remonte.	Descente.	TUYAU d'échappement (numéros des crans). Remonte.	Descente.	INDICATEUR du niveau au-dessous de la virole supérieure. Remonte.	Descente.	CONSOMMATIONS. Eau. Remonte.	Descente.	Total.	Par kilomètre.	Coke. Total.	Par kilomètre.	Eau vaporisée par kilogramme de coke consommé.	OBSERVATIONS (a).
at.					c.	c.	kil.	kil.	kil.	kil.	kil.	kil.	kil.	
…mé 24 tonnes.														
,20	2	5	4 à 6	6	8	6	920	350	1270	37,40	»	5,79	»	(b)
…mé 48 tonnes.														
,22	2	5	6	6	10	5	1295	410	1705	50,01	»	7,75	»	(c)
…mé 72 tonnes.														
1,42	2	5	5 à 6	6	9	11	1315	540	1855	54,60	»	8,45	»	(d)
…mé 94 tonnes.														
1,62	3/2	5	3 à 4	6	12	9	1695	340	2035	59,08	»	9,26	»	(e)
…mé 108 tonnes.														
2,51	3/2	5	3 à 4	6	11	14	1550	420	1970	56,70	»	8,78	»	

…) Arrêt subit sur signal à Clamart. On arrête dans un espace de 4 à 500 mètres.
…) Les roues patinent à diverses reprises. On arrête le convoi sur la rampe de 1 centimètre. La …hine démarre le train très-facilement.
…) La machine démarre très-facilement le train sur la rampe de 1 centimètre.
…) On repart assez facilement sur la rampe de 1 centim., en faisant monter la pression à 5 atm.

THÉORIE GÉOMÉTRIQUE

Du système de distribution et de régulation à détente variable de M. Meyer.

Par M. COMBES, ingénieur en chef des mines.

On doit à M. Fauveau, ingénieur maritime, une manière très-simple d'exprimer géométriquement toutes les circonstances de la distribution de la vapeur dans les machines à tiroir. Elle consiste à relever, sur la machine même dont on a découvert la boîte à vapeur contenant le tiroir et que l'on fait marcher à bras, plusieurs positions correspondantes du piston de la machine et du tiroir de distribution. On trace par points, au moyen des données que l'on a relevées, une courbe ayant pour abscisses les distances du piston à l'une des extrémités de sa course, et pour ordonnées correspondantes les distances du tiroir de distribution à l'extrémité de sa course. On obtient ainsi une courbe fermée inscrite dans un rectangle qui a pour base la longueur d'une course du piston, et pour hauteur la longueur d'une excursion du tiroir. Il suffit d'avoir un dessin exact du tiroir et de la plaque sur laquelle il glisse, où sont les ouvertures par lesquelles la vapeur est admise alternativement sur l'une et l'autre face du piston, et conduite au condenseur, et de connaître la position du tiroir sur la plaque pour l'une quelconque des positions de la machine, pour qu'on puisse indiquer sur l'épure toutes les circonstances de la distribution de la vapeur.

Prenons pour exemple le relèvement que nous avons fait du second tiroir que l'on a adapté à la machine *Mulhouse*.

La *Pl. LVI*, *fig.* 5, représente une section verticale de ce tiroir et de la plaque sur laquelle il glisse. Ne nous occupons actuellement que de la marche de ce tiroir; nous viendrons ensuite aux taquets de détente qui glissent sur sa face supérieure.

Le relèvement fait sur les pièces mêmes a fait connaître les dimensions des lumières A, A', et de l'ouverture C allant au tuyau d'échappement, lesquelles sont cotées en millimètres sur la figure. Les dimensions du tiroir ont été également relevées sur le tiroir même et sont cotées aussi en millimètres.

Enfin le relèvement sur la machine a montré que lorsque le piston était au *point mort*, à l'origine de sa course directe, l'arête *m* du tiroir avait déjà dépassé de $0^m,005$ l'arête *n* de la lumière A.

En faisant avancer la machine à bras sur le chemin de fer de l'atelier, de manière à ce que le piston s'enfonçât à chaque fois dans le cylindre d'un cinquième, par exemple, de sa course totale, on a relevé les avancements successifs du piston qui indiquaient les distances à l'origine de sa course directe, et les avancements correspondants du tiroir par rapport à la position du point de départ. On a eu soin d'arrêter la machine lorsque le tiroir est arrivé au *point mort* dans la course en avant, ce qui a eu lieu un peu avant que le piston fût arrivé au milieu de son excursion directe. On a continué de faire avancer la machine jusqu'à ce que les roues motrices eussent fait un tour entier,

et que le piston fût revenu, en rétrogradant, au point de départ primitif.

Voici les cotes qui ont ainsi été relevées.

(1) Le piston est à l'origine de sa course en avant; la lumière est découverte de 5 mill.; la distance $mn = 5$ mill,; la distance du bord du tiroir au fond de la boîte est de 107 mill.

(2) Le piston s'est enfoncé dans le cylindre de 34 mill.; la distance du tiroir au fond de la boîte est de 132 mill. 1/2; avancement du tiroir 132 1/2 — 107 = + 25 1/2.

(3) Le piston s'est enfoncé de 45 mill.; distance du tiroir au fond de la boîte 135; avancement du tiroir 135 — 107 = + 28.

(4) Le piston est enfoncé de 157 mill.; distance du tiroir au fond de la boîte 145 mill. 1/2; avancement du tiroir 145 1/2 — 107 = + 38 1/2. (Le tiroir est à l'extrémité de sa course en avant.)

(5) Le piston est enfoncé de 230 mill. (milieu de sa course); distance du tiroir au fond de la boîte 143 1/2; avancement du tiroir 143 1/2 — 107 = + 36 1/2.

(6) Le piston est enfoncé de 458 mill.; distance du tiroir au fond de la boîte 93; avancement du tiroir 93 — 107 = — 14.

(7) Le piston est enfoncé de 460 mill. (fin de sa course); distance du tiroir au fond de la boîte 80 1/2; avancement du tiroir 80 1/2 — 107 = — 26 1/2.

(8) (Le piston rétrograde.) Le piston est enfoncé de 417 mill.; distance du tiroir au fond de la boîte 62 1/2 mill.; avancement du tiroir 62 1/2 — 107 = — 44 1/2.

(9) Le piston est enfoncé de 271 mill.; distance du tiroir au fond de la boîte 48 mill.; avancement du tiroir 48 — 107 = — 59. (Le tiroir est à la fin de son excursion rétrograde.)

(10) Le piston est enfoncé de 154 mill.; distance du tiroir au fond de la boîte 53 mill.; avancement du tiroir 53 — 107 = — 54.

(11) Le piston est revenu au point de départ: l'enfoncement = 0; distance du tiroir au fond de la boîte 106 mill.; avancement du tiroir 106 — 107 = — 1. (Le jeu des articulations et les erreurs de mesures ont occasionné cette différence d'un millimètre entre la position du tiroir au départ et sa position à l'arrivée.)

Il résulte des données précédentes que l'excursion totale du tiroir, égale à la somme des valeurs numériques des avancements positif et négatif qui correspondent aux deux limites de son excursion (points morts), est de 38 1/2 + 59 = 97 mill 1/2.

La course du piston est d'ailleurs de 0^m,460.

Je trace un rectangle ayant pour base une longueur AB, qui représente la course du piston, 0^m,460, à l'échelle de 1/2, et pour hauteur une longueur AC égale à l'excursion du tiroir, *fig.* 9. Sur le côté AC, je porte d'abord une longueur AI égale à la plus grande des ordonnées négatives, 0^m,059, qui représentent les avancements du tiroir. Je trace la parallèle IK à la base du rectangle qui me sert d'axe des abscisses.

Portant ensuite sur IK, à partir du point I, des longueurs proportionnelles aux enfoncements du piston dans le cylindre, et sur des perpendiculaires à cette ligne, des longueurs égales aux avancements positifs ou négatifs du tiroir correspondants aux enfoncements du piston, j'obtiens une série de

points par lesquels je fais passer une courbe fermée dont les abscisses représentent les avancements du piston, et les ordonnées les distances du tiroir à la position prise pour point de départ. Cette courbe est tangente en I à la ligne AC. Elle est tangente au côté BD du rectangle en un point I′ dont l'ordonnée est égale à —26 1/2 (7). Elle touche les deux côtés horizontaux CD et AB en des points dont les abscisses sont respectivement proportionnelles à $0^m,157$ (4) et $0^m,271$ (9).

Je sais d'ailleurs qu'à l'origine de la course du piston, pour une abscisse *o*, la lumière est déjà découverte de $0^m,005$. Donc l'admission a commencé lorsque l'avancement du tiroir était égal à —5. Si donc je porte une distance égale à $0^m,005$ à partir du point I, en dessous de la ligne IK, le point (α) sera l'extrémité de l'ordonnée qui correspond au point où l'admission de la vapeur commence. Menant l'horizontale (α) (α') jusqu'à la rencontre de la courbe, le point (α') indique sur la courbe le moment de l'admission de la vapeur, et l'abscisse (α) (α') est proportionnelle à la distance qui reste à parcourir au piston, pour atteindre l'extrémité de sa course rétrograde, au moment où la vapeur entre déjà dans le cylindre et agit comme résistance à l'avancement du piston. (α) (α') est la mesure de l'*avance à l'admission de la vapeur*.

Il résulte d'ailleurs des dimensions cotées dans la *fig.* 5, que l'arête *p* de la cavité du tiroir a dépassé de $144+45\ 1/2-(30+86+30+40-5)$ $=8$ mill. 1/2 le bord *q* de la lumière postérieure, et qu'en conséquence l'échappement de la vapeur a commencé de l'autre côté du piston, lorsque l'ordonnée de la position du tiroir était égale à

—8 1/2. Portant donc, à partir du point I, une longueur I (ε) égale à 8 mill. 1/2 sur la verticale IA, et menant ensuite l'abscisse (ε) (ε'), le point (ε') marque sur la courbe le point où l'échappement de la vapeur a commencé, et la longueur de l'abscisse (ε)(ε') est proportionnelle au chemin qui restait encore à parcourir au piston pour achever sa course rétrograde, lorsque l'échappement a commencé. C'est la mesure de l'*avance à l'échappement*.

Lorsque l'arête *p*, *fig.* 5, vient rencontrer le bord *q* de la lumière A' dans la marche du tiroir en sens inverse de la flèche *zv*, la communication de la lumière A' avec le tuyau d'échappement est interceptée, et le piston, qui est alors vers la fin de sa course directe, comprime la vapeur restant dans le cylindre, entre lui et le fond de ce cylindre. Ainsi en prolongeant l'abscisse (ε) (ε'), *fig.* 9, jusqu'au côté BD du rectangle, elle rencontre de nouveau la courbe en un point qui marquera la position où le tuyau d'échappement est fermé pendant la course directe du piston.

Enfin, *fig.* 5, l'arête *r* du rebord du tiroir a dépassé le bord *s* de la lumière A' de 144 + 45 1/2 + 45 1/2 — (40 + 30 + 86 + 30 + 40 — 5) = 14 mill. Or, au moment où l'arête *r* est arrivée au bord *s* de la lumière A', la vapeur a cessé d'être admise dans le cylindre par cette lumière. Si donc je porte sur IA, *fig.* 9, en dessous du point I, I (б) égale à 14 millim., et si je mène l'abscisse (б) (б'), le point (б') marquera sur la courbe le point où la vapeur est supprimée, et la longueur (б) (б') sera proportionnelle à la distance qui reste à parcourir au piston pour achever sa course rétrograde, au moment où le tiroir intercepte la com-

munication entre la chaudière et le cylindre. C'est l'*avance à la suppression de la vapeur* dépendante du tiroir seul.

On verra de même que les ordonnées du tiroir correspondantes à l'admission de la vapeur, à l'échappement et à la suppression de la vapeur à la fin de la course directe du piston, sont égales; savoir :

L'ordonnée pour l'admission de la vapeur à — 14 : c'est celle qui correspond à la coïncidence de l'arête *r* et du bord *s* de la lumière A'.

L'ordonnée pour l'échappement est celle qui correspond à la coïncidence de l'arête *p'* et du bord *q'* de la lumière A. Elle est donc égale à 45 1/2 — (40 — 5) = 10 1/2 pris avec le signe —. Lorsque d'ailleurs l'arête *p'* vient se mettre en contact avec le bord *q'*, pendant la marche du tiroir dans le sens *zv*, la communication de la lumière A avec le tuyau d'échappement se trouve interceptée, et le piston, qui exécute alors sa course rétrograde, comprime la vapeur restante dans le cylindre contre le fond de ce cylindre. L'ordonnée qui correspond à l'ouverture de l'échappement à la fin de la course directe du piston, est donc aussi celle qui correspond à la fermeture de l'échappement à la fin de la course rétrograde.

L'ordonnée pour la suppression de la vapeur correspond à la coïncidence des arêtes *m* et *n*, *fig.* 5; elle est donc égale à — 5.

Toutes les circonstances de l'admission et de l'échappement de la vapeur, telles qu'elles auraient lieu par le jeu seul du tiroir A, seraient donc exprimées par le tracé de la courbe représentée *fig.* 9 et inscrite dans le rectangle ABDC.

Voici ce qui se passerait. Lorsque le piston serait

arrivé à une distance de la fin de la course rétrograde proportionnelle à l'abscisse (6) (6′) = 9 mill., la vapeur de la chaudière cesserait d'affluer dans le cylindre, et celle que le cylindre renferme déjà agirait sur le piston par sa force expansive. La partie antérieure du cylindre serait encore en communication avec le tuyau d'échappement, et la largeur du passage rectangulaire compris entre le bord de la lumière et le bord du tiroir serait égale à (6) (φ).

Quand le piston serait arrivé à une distance de la fin de sa course rétrograde représentée par l'abscisse (φ) (φ′) et égale à 5 mill. 1/2, la partie antérieure du cylindre cesserait de communiquer avec le tuyau d'échappement, et la vapeur se comprimerait derrière le piston, pendant que celle qui pousse le piston dans le sens du mouvement continuerait à se détendre. Le piston, continuant à approcher de la fin de sa course, arriverait à une distance représentée par l'abscisse (ε) (ε′) et égale à 4 mill. La vapeur qui poussait le piston dans le sens du mouvement, commencerait alors à s'échapper, et le piston continuerait à éprouver une contre-pression de la part de la vapeur qui se comprimerait entre lui et le fond du cylindre.

Enfin, quand le piston serait arrivé à une distance de sa course rétrograde représentée par l'abscisse (α) (α′) et égale à 2 mill., la vapeur de la chaudière commencerait à entrer derrière le piston et s'ajouterait à celle qui a été comprimée pour exercer une contre-pression. La largeur du passage qui met l'autre partie du cylindre en communication avec le tuyau d'échappement irait d'ailleurs en augmentant, et à la fin de la course

rétrograde du piston, la largeur de cette ouverture serait déjà égale à l'ordonnée I (ε) = 8 mill. 1/2.

Quand le piston commencerait sa course directe, la vapeur serait admise par une ouverture rectangulaire ayant déjà 5 mill. de largeur. L'espace en avant du piston communiquerait avec le condenseur; l'admission de la vapeur continuerait jusqu'à ce que le piston fût arrivé à la distance représentée par l'abscisse (β_1) (β_1') de l'extrémité de sa course. $(\beta_1)(\beta_1')$ = 13 mill. A partir de ce point, la vapeur n'entrerait plus dans le cylindre; celle dont il est rempli se détendrait. L'espace en avant du piston cesserait de communiquer avec le tuyau d'échappement, et la vapeur s'y comprimerait quand le piston serait arrivé à la distance $(\varphi_1)(\varphi_1')$ = 9 mill. de l'extrémité de sa course; à la distance (ε_1) (ε_1') la vapeur motrice, qui s'était détendue depuis (β_1') jusqu'en (ε_1'), commencerait à s'écouler par le tuyau d'échappement, et le piston continuerait à éprouver une contre-pression de la vapeur qui se comprimerait de plus en plus en avant de lui; enfin, arrivé à la distance (α_1) (α_1'), la contre-pression de la vapeur serait remplacée par la contre-pression plus forte due à la vapeur affluente de la chaudière par la lumière qui commencerait à être démasquée.

Pour exprimer sur la même épure le jeu de la détente obtenue par les taquets T, T', il suffit d'avoir relevé pour chaque position du piston de la machine la position correspondante du bord de l'un des taquets T ou T', et de construire sur les mêmes abscisses, qui représentent les distances du piston à l'origine de sa course, une seconde courbe ayant pour ordonnées les distances correspon-

dantes du bord du taquet à l'origine de son excursion.

On se rappellera que la tige du piston et la tige des taquets sont liées entre elles par un balancier à bras inégaux tournant autour d'un point fixe, de sorte que leurs mouvements sont toujours de sens contraires l'un à l'autre, et qu'elles arrivent simultanément aux extrémités de leurs courses en sens contraires.

Pour une même position du piston dans le cylindre, dans les courses directe et rétrograde, la tige des taquets revient aussi à la même position, sauf le jeu qui existe dans les articulations et occasionne quelque *temps perdu*.

La courbe représentant la marche de la tige des taquets ne sera donc point, sauf ce jeu que l'on peut négliger, une courbe fermée, comme celle qui représente la marche du tiroir, mais une simple ligne dont l'ordonnée correspondante à l'abscisse *o*, au point A, sera l'excursion totale de la ligne des taquets, et qui ira passer par le point B, où l'abscisse égale la course entière du piston. Cette ligne serait d'ailleurs une simple ligne droite, sans l'effet de l'obliquité de la bielle LG, *fig.* 1, et sauf le jeu dû aux articulations et aux variations de longueur dues au défaut de rigidité des tiges qui communiquent le mouvement.

Voici, du reste, le relèvement fait sur la machine même :

	millim.
(1) Distance du piston à l'origine de sa course directe —	o
Distance d'un point quelconque de la tige des taquets à l'origine de sa course directe (longueur totale de l'excursion de cette tige-ordonnée.	116 1/2

	mill.
(2) Avancement du piston.	34
Avancement de la tige des taquets, 8 mill., ordonnée 116 1/2 — 8 =	108 1/2
(3) Avancement du piston.	45
Avancement de la tige des taquets, 9 mill. 3/4, ordonnée 116 1/2 — 9 3/4 = ...	106 3/4
(4) Avancement du piston.	157
Avancement de la tige des taquets (non observé).	»
(5) Avancement du piston.	230
Avancement de la tige des taquets, 59 — ordonnée.	57 1/2
(6) Avancement du piston.	458
Avancement de la tige des taquets, 116 — ordonnée.	1/2
(7) Avancement du piston (extrémité de sa course).	460
Avancement du tiroir, 116 1/2 ordonnée.	0
(8) Course rétrograde du piston; enfoncement du piston dans le cylindre.	417
Ordonnée de la tige des taquets. . .	7 1/2
(9) Enfoncement du piston.	271
Ordonnée de la tige des taquets. . .	56 1/2 ?
(10) Enfoncement du piston.	154
Ordonnée de la tige des taquets. . .	79 1/2
(11) Le piston est revenu au point de départ.	0
Ordonnée de la tige des taquets. . .	116 1/2

La ligne qui aurait pour ordonnées les cotes des taquets prises dans ce relèvement s'écarte en effet fort peu de la ligne droite MB, menée du point M pris à une distance AM du point A égale

à 116 millim. 1/2 au point B, et dont l'équation serait :

$$y = AM - x \times \frac{AM}{AB} = 116\ 1/2 - x \times \frac{116\ 1/2}{460} = 116\ 1/2 - 0{,}253\,x.$$

Il n'y a que le relèvement n° (9) qui s'en écarte beaucoup, et il est fort vraisemblable qu'il y a eu erreur dans les mesures prises, et que l'ordonnée de la tige des taquets devait être 46 1/2 au lieu de 56 1/2.

D'après cela, je n'ai point tracé la ligne courbe résultant des cotes relevées sur la machine, et j'y ai substitué dans l'épure la ligne droite MB tracée ainsi que je viens de le dire.

Les positions relatives sur la tige et les dimensions des taquets étant données, ainsi que la position du bord X, par exemple, du taquet T, *fig.* 5, par rapport à l'ouverture rectangulaire R du tiroir, à l'origine de la course du piston, il est facile de déterminer d'après l'épure les positions du piston où les taquets venant masquer les lumières R et R' viendront arrêter l'entrée de la vapeur.

Au lieu d'envisager la question sous ce point de vue, je vais rechercher quelles doivent être les dimensions en largeur et les positions des taquets sur la tige, pour que la vapeur cesse d'être admise après une fraction déterminée de la course directe et rétrograde du piston. Nous verrons ensuite comment il est possible de régler les dimensions et les positions des taquets, pour qu'on puisse obtenir une détente variable depuis une détente nulle jusqu'à une détente des 5/6 de la longueur de la course du piston.

Je suppose, par exemple, qu'on veuille que la

vapeur cesse d'être admise après que le piston a parcouru 1/6 de sa course directe. Je prends, *fig.* 9, une abscisse $Ix = 1/6$ de $0^m,460 = 0^m,07666$; je mène l'ordonnée xy à la courbe du tiroir et je mesure la longueur de cette ordonnée, que je trouve être de 33 millim. Je prolonge l'ordonnée xy jusqu'à la rencontre de l'horizontale MN en u, et je mesure la longueur uv, comprise entre le point u et le point où l'ordonnée coupe en v la droite BM. Je trouve $uv = 19$ mill. Cela posé, il est clair que quand le piston commence sa course directe, l'ouverture rectangulaire R et le taquet T fixé à la tige s'avancent en sens contraire l'un de l'autre. Pour l'espace Ix parcouru par le piston, la tige des taquets s'avance de $uv = 19$ mill., et le tiroir s'avance dans le sens zv de 33 mill.; le bord X du taquet et le bord Y de l'ouverture rectangulaire se sont donc rapprochés l'un de l'autre de $19 + 33 = 52$ mill. Or l'admission est supprimée au moment où le bord X du taquet T atteint le bord Y de l'ouverture R. Il faut donc, lorsqu'on veut supprimer la vapeur après 1/6 de la course du piston, qu'à l'origine de la course directe, le taquet L soit placé sur la tige de telle sorte que l'intervalle entre le bord externe X de ce taquet et le bord externe Y de l'ouverture R soit égal à 52 mill.

Le piston continuant à s'avancer dans le sens xy au delà du point x, le tiroir continue à se mouvoir dans le sens zv, jusqu'à ce que le piston soit arrivé en x', Ix' étant l'abscisse du point où la courbe du tiroir touche l'horizontale CD. Comme d'ailleurs la tige des taquets continue à se mouvoir dans le sens opposé $w\,w'$, le bord X du taquet T dépasse de plus en plus le bord Y de la lumière R.

On peut mesurer sur l'épure la quantité dont le bord X a dépassé le bord Y, pour une position déterminée du piston. Ainsi, par exemple, quand le piston est en x', le bord X a dépassé le bord Y d'une quantité égale à

$$x'y' + u'v' - 52 = 38 + 39\ 3/4 - 52 = 25 \text{ millim. } 3/4.$$

Après que le piston a dépassé le point x', le sens du mouvement du tiroir change, et il se met de v vers z, tandis que la tige des taquets continue à se mouvoir dans le sens $w\,w'$. Le mouvement du tiroir et celui du taquet T sont en conséquence de même sens. Tant que le mouvement du tiroir est plus lent que celui du taquet, le bord X continue à s'éloigner de plus en plus du bord Y de la lumière R qu'il a dépassée; lorsqu'au contraire le mouvement du tiroir devient plus rapide que celui de la tige des taquets, le glissement relatif du taquet T sur la face supérieure du tiroir change de sens, et le bord X du taquet commence à se rapprocher du bord Y de la lumière R.

Or la vitesse du tiroir et la vitesse du taquet pour une position quelconque, x'' par exemple, du piston sont entre elles comme les tangentes trigonométriques des angles que la tangente à la courbe du tiroir en y'' et la ligne MB forment avec l'axe des x. Si donc on mène à la courbe une tangente tt' parallèle à MB, et par le point de tangence l'ordonnée $x'''y'''$, que l'on prolongera jusqu'en u''' et v''', la position du piston indiquée par l'abscisse Ix''' sera celle où le sens du mouvement relatif du taquet par rapport au tiroir changera. Ce sera donc aussi à cette position que correspondra l'écartement maximum des bords X et

Y du taquet et de la lumière R. Cet écartement maximum est donc mesuré par :

$$x'''y'''+u'''v'''-52=12\ 1/2+101-52=61 \text{ millim. } 1/2.$$

Si, dans cette position, le taquet T recouvre encore toute l'ouverture R, c'est-à-dire si son bord interne dépasse l'arête postérieure de cette ouverture, il est évident que l'ouverture demeurera encore recouverte pendant tout le reste de l'excursion directe du piston, et que la vapeur ne pourra rentrer en passant derrière le bord interne du taquet T. Or il suffit, pour que l'ouverture soit masquée, quand le piston est en x''', que la largeur du taquet soit égale à 61 mill. 1/2, plus la largeur de l'ouverture R. Celle-ci ayant 24 mill. 1/2, il en résulte que la plus petite largeur que l'on puisse donner au taquet T, pour que la vapeur ne rentre pas avant la fin de l'excursion du piston, est de 61 1/2 + 24 1/2 = 86 millimètres.

Cherchons maintenant quelles doivent être la position sur la tige et la largeur du second taquet T′, pour qu'il intercepte la vapeur au 1/6 de la course rétrograde du piston et la maintienne interceptée jusqu'à la fin. Ici je prends pour axe des x la droite I′K′ parallèle à IK, et menée par le point I′ où la courbe du tiroir est tangente au côté BD du rectangle. Prenant, à partir du point I′ une longueur $I'x_1 = Ix =$ 1/6 de la course du piston, je mène l'ordonnée x_1y_1 qui coupe en v_1 la droite MB, et en u_1 l'horizontale AB. Pendant que le piston, dans sa marche rétrograde, a parcouru une longueur égale à $I'x_1$, le taquet T′ et l'ouverture R′ du tiroir ont marché l'un vers l'autre, de sorte que le bord X′ du taquet et le bord Y′ de l'ouverture se sont rapprochés l'un de l'autre

d'une quantité égale à $x_1y_1 + u_1v_1 = 38 + 19$ 1/2 $= 57$ mill. 1/2. C'est la distance qui doit se trouver à l'origine de la course rétrograde du piston, entre le bord X′ du taquet T′ et le bord externe Y′ de la lumière R′.

D'ailleurs, au commencement de la course rétrograde du piston, le tiroir occupe une position différente de celle qui est représentée *fig.* 5; il est poussé vers la droite dans le sens opposé à la flèche zv, d'une longueur égale à $KI' = 21$ mill. 1/2. D'un autre côté, le bord X du taquet T est alors à une distance au delà du bord Y de la lumière R égale à $NB - I'K - 52 = 116$ 1/2 $- 21$ 1/2 $-$ $52 = 43$ mill. La distance entre les bords Y et Y′ des ouvertures R et R′ étant, d'après les dimensions du tiroir, égale à $406 + 49 = 355$ mill., il résulte de ce qui précède que la distance du bord X du taquet T est à une distance du bord Y′ de la lumière R′ égale à $43 + 355 = 398$ mill., et partant que la distance des bords externes X et X′ des deux taquets T et T′ doit être de $398 -$ 57 1/2 $= 340$ mill. 1/2; ceci détermine la position du second taquet par rapport au premier. Il ne reste plus qu'à déterminer la largeur du second. Pour cela, on mènera la tangente $t_1t'_1$ parallèle à MB, et l'ordonnée $y_1''x_1''$ du point de tangence, que l'on prolongera jusqu'en $u_1''v_1''$. La largeur du taquet T devra être au moins égale à

$$u_1''v_1'' + x_1''y_1'' - 57\,1/2 + 24\,1/2 = 97\,1/2 + 17 - 57\,1/2 + 24\,1/2 = 81 \text{ millim. } 1/2.$$

Le second taquet T′ peut donc être de 4 mill. 1/2 moins large que le premier. Les largeurs assignées sont d'ailleurs les limites *minima*. La somme de ces largeurs étant de 167 mill. 1/2, et la distance

des bords externes des taquets devant être de 340 mill. 1/2, il en résulte que le plus grand écartement des bords internes des taquets est de 340 1/2 — 167 1/2 = 173 mill. lorsque la vapeur est supprimée au sixième de la course du piston directe ou rétrograde.

Il faut maintenant vérifier si l'on peut, au moyen des taquets ayant les dimensions assignées ci-dessus, permettre à la vapeur d'entrer pendant toute l'excursion du piston, de manière à ce que la détente soit nulle, et déterminer les positions à donner aux taquets TT′ pour obtenir la suppression de la vapeur, en des points de la course du piston plus avancés que le 1/6 de l'excursion totale.

D'abord il suffit, pour que la détente soit nulle, de placer les taquets T, T′ sur la tige, de telle sorte que les bords X et X′ de ces taquets n'atteignent jamais, pendant toute l'excursion des pistons, les bords Y et Y′ des ouvertures R et R′.

Cela aura lieu pour le bord X par rapport au bord Y de l'ouverture R, lorsque la distance du bord X au bord Y, à l'origine de la course directe du piston, sera plus grande que la somme $u'''v''' + x'''y''' = 101 + 12\ 1/2 = 113$ mill. 1/2. De même, le bord X′ n'atteindra jamais l'ouverture Y′ si, à l'origine de la course rétrograde du piston, la distance de X′ à Y′ est plus grande que

$$u_1''v_1'' + x_1''y_1'' = 97\ 1/2 + 17 = 114 \text{ millim. } 1/2.$$

L'écartement des bords externes des taquets devra être égal alors au plus à

$$355 + \text{NB} - \text{I'K} - 113\ 1/2 - 114\ 1/2 = 355 + 116\ 1/2 - 21\ 1/2 - 113\ 1/2 - 114\ 1/2 = 222 \text{ millim.}$$

La somme des largeurs des taquets devant être

égale au moins à 167 mill. 1/2, on voit qu'il peut rester encore entre les bords internes des taquets, suffisamment rapprochés pour que la machine fonctionne à pleine vapeur, un intervalle libre de 54 mill. 1/2. Cela permet de donner aux taquets des largeurs un peu plus grandes que les largeurs *minimum* que nous avons calculées.

Enfin, les taquets étant supposés placés de manière à supprimer la vapeur au 1/6 de la course du piston, il faudra, pour travailler à pleine vapeur, faire avancer le taquet T sur la tige dans le sens opposé à la flèche ww' de 113 1/2 — 52 = 61 millimètres 1/2, et il faudra faire avancer le taquet T' en sens contraire, de 114 1/2 — 57 1/2 = 57 millimètres.

Supposons maintenant qu'on veuille admettre la vapeur pendant la moitié de la course du piston. Prenant la distance Ix'' égale à la moitié de la course du piston ou de la distance IK, et menant l'ordonnée $x''y''$, il faudra, pour que la vapeur soit interceptée au milieu de la course directe du piston, qu'à l'origine de cette course la distance du bord X du taquet T au bord Y de l'ouverture R soit égale à

$$u''v'' + x''y'' = 58\ 1/4 + 36 = 94 \text{ millim. } 1/4.$$

Le bord X' doit être distant du bord Y', à l'origine de la course rétrograde, de

$$u_1'v_1' + x_1'y' = 58\ 1/4 + 37 = 95\ 1/4.$$

Il suffirait d'ailleurs que les largeurs des deux taquets fussent respectivement égales à

$$113\ 1/2 + 24\ 1/2 - 94\ 1/4 = 43 \text{ millim. } 3/4.$$

et $$114\ 1/2 + 24\ 1/2 - 95\ 1/4 = 43 \text{ millim. } 3/4.$$

Ces largeurs sont inférieures à celles qu'exige la détente pendant les 5/6 de la course. Les taquets suffisant pour celle-ci suffiront à fortiori pour la détente pendant la moitié de la course.

Si les taquets ont été placés sur la tige dans la position convenable pour la détente 1/2, il faudrait, pour obtenir la détente aux 5/6, faire avancer le taquet T dans le sens de la flèche *ww'* d'une quantité égale à

94 1/4 — 52 = 42 millim. 1/4,

et le taquet T', en sens inverse, d'une longueur égale à

95 1/4 — 57 1/2 = 37 3/4.

Ces deux quantités sont inégales et diffèrent entre elles de 4 mill. 1/2. Il résulte de là que si les deux filets de vis qui serpentent en sens inverse autour de la tige ont des pas égaux, et si les taquets ont été réglés une première fois pour que la détente 1/2 ait lieu également pendant la course directe et la course rétrograde du piston, il sera impossible d'amener les taquets dans une position telle que la détente aux 5/6 ou toute autre fraction de la course du piston ait lieu de la même manière pendant les courses directe et rétrograde du piston. La détente commençant, par exemple, au 1/6 de la course directe, le taquet T sera avancé de 42 1/4. Le taquet T' aura aussi avancé de 42 1/4, et partant il sera arrivé trop loin, de sorte que la vapeur ne sera admise que pendant moins de 1/6 de la course rétrograde du piston. Si au contraire on fait avancer chaque taquet de 37 mill. 3/4, la vapeur sera supprimée au 1/6 de la course rétrograde, et entrera pendant plus de 1/6 de la course directe.

On voit la cause du défaut de symétrie entre la détente sur les deux faces opposées du piston, dans la machine Meyer, défaut que nous regardons d'ailleurs comme ne donnant lieu qu'à très-peu d'inconvénients, si même il y a inconvénient quelconque, mais qui est inhérent au système. On ne pourrait le faire disparaître en donnant aux deux vis des pas inégaux. Le seul moyen de l'éviter serait de ne pas donner du tout d'avance au tiroir de distribution, ce qui probablement donnerait lieu à un inconvénient plus grave que celui dont nous parlons, surtout pour les détentes peu étendues.

Il est essentiel d'ajouter que le système appliqué par M. Meyer à la machine locomotive *Mulhouse* ne permet pas d'admettre de la vapeur dans le cylindre, pendant une fraction de la course du piston intermédiaire entre les 3/5 environ de cette course et la course totale.

En effet, supposons par exemple le taquet T placé sur la tige de façon à ce que la vapeur soit interceptée après que le piston a parcouru une portion de sa course mesurée par l'abscisse AX égale aux 4/5 de la course totale.

Menons l'ordonnée $X\xi$ à la courbe du tiroir, et par le point ξ la sécante $\xi\xi'$ à cette courbe parallèle à la droite MB, il est évident que lorsque le piston aura parcouru la partie de sa course mesurée par l'abscisse AX' correspondante au point ξ', le taquet T et le tiroir seront revenus à la même position relative dans laquelle ils se trouvaient au point correspondant à l'abscisse AX; car le tiroir et les taquets se seront avancés tous deux dans la même sens et de la même quantité, pendant que le piston aura parcouru la partie MM' de sa course.

Ils se trouveront donc dans la même position relative.

Lors donc que le piston sera arrivé en X′, le bord X, *fig.* 5, du taquet T se trouvera précisément au-dessus du bord Y de la lumière R. Le piston continuant sa course, le tiroir et les taquets s'avancent tous les deux dans le même sens, indiqué par la flèche *ww′*; et comme le tiroir marche plus vite que les taquets, il s'ensuit que le bord X du taquet demeure en arrière du bord Y de la lumière R. La vapeur entre donc dans cette lumière, dès que le piston dépasse la position X′; et si, dans cette position, l'admission dans le cylindre par la lumière A n'est point interceptée par la partie pleine du tiroir, il est évident que la vapeur entrera dans le cylindre. Or, l'admission de la vapeur n'étant supprimée par le simple jeu du tiroir que lorsque le piston est arrivé à la distance $6_1 6_1'$ de l'extrémité de la course, il s'ensuit que si la sécante parallèle à MB coupe la courbe en un point ξ' qui précède $6_1'$ sur la courbe, la vapeur sera admise de nouveau dans le cylindre avant la fin de la course du piston.

De ce qui précède il résulte que si l'on mène par les points $6_1'$. $6'$, correspondants sur la courbe à la suppression de la vapeur par le jeu du tiroir simple, deux sécantes $6_1'S$, $6'S'$ parallèles à la droite MB, les points S et S′ marqueront sur la courbe les points correspondants aux plus grandes fractions des courses directe et rétrograde du piston, pendant lesquelles la vapeur puisse être admise dans le cylindre, avec le système de détente adapté à la locomotive *Mulhouse*.

Les abscisses AN, BN′ correspondantes aux points S et S′ sont dans la figure, la première les

$\frac{76}{112}$, la seconde les $\frac{68}{112}$ de la ligne AB qui représente la course totale du piston. La vapeur devra donc être admise dans la machine pendant la course entière du piston, sauf la détente due au jeu du tiroir simple, ou n'être admise que pendant des fractions des courses directe et rétrograde inférieures à celles qui sont indiquées ci-dessus (1).

La *fig.* 10, copiée sur l'épure communiquée par M. Clarke, représente la distribution de la vapeur dans la machine de Stephenson *new patented* : 1° dans les cas où l'excursion du tiroir est la plus grande possible; 2° pour un cas intermédiaire où la vapeur est supprimée à peu près au tiers de la course du piston. On voit ensuite une ligne droite qui représente le cas d'une admission nulle, la tige du tiroir étant alors engagée dans le milieu de la coulisse circulaire.

---

(1) On peut d'ailleurs, en conduisant la tige des taquets de détente par un excentrique, au lieu de la conduire par un balancier lié à la tige du piston, parvenir à admettre la vapeur pendant une fraction quelconque de la course du piston. Cette modification a été introduite par M. Meyer, dans la construction de ses machines les plus récentes.

RAPPORT

Sur un nouveau système de détente variable appliqué aux locomotives, par MM. André Koechlin et Cie;

Au nom d'une commission composée de MM. SCHWILGUÉ, DAUBREE et DE BILLY, rapporteur.

Introduction.

Vers le commencement de 1844, MM. André Koechlin et Cie ont appliqué aux locomotives un nouveau système de détente variable dit *système Gunzenbach*, du nom de l'inventeur du mécanisme. Ils ont également mis en pratique un appareil destiné à prévenir la projection des étincelles par la cheminée.

Ces constructeurs, désirant faire apprécier d'une manière officielle la valeur de leurs perfectionnements, sollicitèrent M. le ministre des travaux publics de les faire examiner par une commission d'ingénieurs du gouvernement. C'est pour répondre à cette demande que M. le sous-secrétaire d'État des travaux publics créa le 9 juillet 1844 une commission composée de :

MM. Schwilgué, ingénieur en chef des ponts-et-chaussées du Bas-Rhin;
E. de Billy, ingénieur en chef des mines de l'arrondissement minéralogique de Strasbourg ;
Daubrée, ingénieur des mines du Bas-Rhin.

L'ingénieur en chef des mines fut chargé du rapport.

Dès le 13 juillet, la commission a fait savoir à

MM. André Koechlin et Cie qu'elle était prête à commencer les expériences sur la locomotive qui devait être soumise à son appréciation. Cette machine avait reçu le nom de *Véloce*.

Les constructeurs répondirent le 17 qu'on ne pouvait pas disposer encore du *Véloce*, parce qu'il était en réparation.

Avis de cette réponse fut donné le 20 du même mois à M. le sous-secrétaire d'État des travaux publics.

Depuis ce moment la commission attendit l'avertissement des constructeurs que l'appareil était prêt à fonctionner; cet avertissement lui parvint le 18 octobre.

Plusieurs circonstances, telles que des travaux urgents, l'absence de plusieurs des ingénieurs soussignés pour cause de service, ont empêché la commission de procéder immédiatement à ses opérations; c'est le 18 novembre seulement qu'elle a pu se rendre à Mulhouse pour étudier *le Véloce*.

Le système de cheminées destiné à empêcher la projection des étincelles n'ayant pas rendu les services qu'on en attendait, MM. André Koechlin et Cie y avaient renoncé; dès lors la commission n'avait plus à s'en occuper, et ses travaux devaient se borner à l'examen du nouveau système de détente, ainsi qu'aux autres perfectionnements introduits dans la construction de la locomotive.

Les 25 et 26 novembre ont été consacrés aux expériences dont il sera rendu compte ci-après.

Il restait aux constructeurs à donner quelques renseignements nécessaires à la rédaction du présent rapport; les délais que l'on a mis à les fournir

ont été pendant longtemps un obstacle à l'achèvement de ce travail.

Nous diviserons le rapport en trois parties : la première contiendra la description de la locomotive; dans la seconde nous rendrons compte des expériences auxquelles on l'a soumise; nous terminerons par la discussion des résultats obtenus et par les conclusions qu'on en doit tirer.

Description de l'appareil.

On a joint à ce rapport un dessin servant à l'intelligence de la description; il est calqué sur un dessin fourni par les constructeurs, figurant un premier projet dont les dimensions n'étaient pas exactement celles du *Véloce*. L'épure d'ensemble de cette machine sur une aussi petite échelle n'est pas encore faite. (Voyez *Pl. VII*, *fig.* 1 *et* 2.)

Le point de départ de la construction du *Véloce* est la locomotive Sharp Roberts, telle qu'il en existe vingt sur les chemins de fer d'Alsace. Ce système de construction a été décrit en février et mai 1842, par les ingénieurs soussignés formant alors une commission chargée de recevoir trois locomotives construites par MM. André Koechlin et C[ie], pour le chemin de fer de Lille à la frontière belge. Quatre années d'expérience sur plusieurs chemins de fer français ont prouvé que ce système offre les plus grands avantages sous le rapport de la simplicité, de la solidité et du peu de réparations à faire aux appareils.

Le système Sharp Roberts étant connu au ministère des travaux publics, nous serons dispensés d'entrer ici dans tous les détails de la construction, et il suffira, pour la clarté de la description,

d'indiquer les différences qui existent entre ce type de locomotives et la construction du *Véloce*.

Ces différences portent principalement sur quatre points, savoir :

1° L'application du principe de la détente variable de la vapeur et les conséquences qui en découlent ;

2° L'augmentation de la surface de chauffe par l'allongement de la chaudière ;

3° La transmission directe du mouvement des excentriques aux tiroirs de distribution ;

4° Une modification dans le châssis qui supporte un grand nombre des pièces du mécanisme et qui donne de la solidité à l'appareil.

Nous venons d'énumérer ces différences suivant l'ordre de leur importance ; mais la clarté de leur description exige que nous suivions un ordre différent. Nous nous attacherons autant que possible à suivre la marche de la vapeur motrice, depuis sa génération.

Chaudière. La partie cylindrique de la chaudière du *Véloce* a de longueur 3^{m},610, et de diamètre 1^{m},060. Dans les machines construites en 1842 pour le chemin du Nord, la longueur était seulement de 2^{m},46, le diamètre de 1^{m},045.

La partie prismatique de la chaudière, celle qui renferme la boîte à feu, a de longueur. . 1^{m},010
de largeur. . . 1^{m},280
et de hauteur. 1^{m},840

L'épaisseur de la tôle de tout cet appareil est. . . . . 9$^{mil.}$
Le foyer a de longueur. . . . . . 0^{m},800
de largeur. . . . . 1^{m},085

et de hauteur jusqu'à la cornière. . $1^m,230$ (1)

Il est confectionné avec des feuilles de cuivre de 12 millim., excepté la plaque tubulaire qui a 24 millim. d'épaisseur dans la portion où elle reçoit les tubes.

Ces tubes, au nombre de 121, sont en laiton; ils ont de diamètre extérieur 45 millim., et d'épaisseur $2^{mill.},5$.

	mèt. car.
La surface de chauffe de la boîte à feu est de	5,505
Celle des tubes bouilleurs de.	57,702
Surface de chauffe totale.	63,207

La capacité de la chaudière est de $3^{m.cub.},338$. Quand elle est remplie d'eau jusqu'à 48 millimètres en contre-bas de la garniture supérieure du tube indicateur, elle renferme $2^{m.cub.},600$.

Elle est timbrée à 4,5 atmosphères; en sorte que la force élastique de la vapeur n'y doit pas excéder $4^k,648$ par centimètre carré de surface (2).

Longerons.

La boîte à feu dépassant l'essieu de derrière, on l'a reliée avec la boîte à fumée par deux longerons en tôle de $0^m,260$ sur $0^m,012$ placés à l'extérieur du mécanisme, mais intérieurement aux bâtis. Deux autres longerons également en tôle s'étendent depuis la boîte à fumée jusqu'à une distance suffisante pour lui faire porter les coussinets de l'essieu coudé. Ces derniers sont rivés à l'arrière à un support transversal rivé lui-même à la chaudière ainsi qu'aux longerons extérieurs.

(1) Hauteur totale du foyer. . . . . $1^m,295$
Longueur totale des tubes bouilleurs. . . $3^m,731$

(2) Cette machine devrait être timbrée au moins à 5 atmosphères.

Les quatre longerons disposés de la sorte forment ensemble un système très-solide servant à maintenir la chaudière, à porter les coussinets de l'arbre coudé, à recevoir tous les supports du mécanisme, les glissières des tiroirs et celles qui maintiennent rectiligne le mouvement de la tige des pistons.

Prise de vapeur. La prise de vapeur s'effectue dans un dôme placé près de la cheminée; elle est réglée par un papillon ou valve circulaire mobile autour d'un axe horizontal. Le tuyau d'amenée, après être descendu verticalement du dôme dans la chaudière, s'infléchit horizontalement pour pénétrer dans la boîte à fumée, où il se divise en deux branches dont chacune pour un des cylindres.

Cylindres. Les cylindres sont intérieurs, séparés, disposés de telle sorte que les tiroirs de distribution se trouvent placés verticalement, et les tiroirs de détente horizontalement. Tous ces tiroirs sont près du plan vertical passant par l'axe de la chaudière.

Les cylindres ont de diamètre $0^m,360$; la course du piston est de $0^m,460$.

Les ouvertures d'admission dans les cylindres et celle d'échappement sont rectangulaires : les premières ont de section $0^m,043$ sur $0^m,200$; la dernière $0^m,075$ sur $0^m,200$.

Nous reviendrons plus tard sur les tiroirs, quand nous décrirons le mécanisme de la détente variable.

Tiroirs. Les tiroirs de distribution reçoivent le mouvement de quatre excentriques juxtaposés deux à deux à l'intérieur des manivelles de l'arbre coudé. La transmission est directe; l'arbre de distribution est donc supprimé. Nous verrons plus loin que les tringles d'excentrique qui donnent le mou-

vement aux premiers tiroirs l'impriment également aux tiroirs de détente, mais par des fourchettes différentes.

Échappement de la vapeur.

Les deux tuyaux d'échappement de la vapeur se réunissent, dans l'axe de la cheminée, à la partie inférieure d'un tuyau vertical terminé en haut par un orifice variable. La variation dans l'orifice s'opère au moyen de deux clapets qui peuvent se rapprocher ou s'éloigner, à la volonté du machiniste. Il suffit à ce dernier, pour atteindre ce but, de faire avancer ou reculer une tringle horizontale qui donne le mouvement aux clapets par l'intermédiaire de deux quarts de cercle dentés; et il peut ainsi proportionner le tirage aux conditions de travail de la machine.

Ce mode de variation dans l'échappement est appliqué depuis deux ans avec le plus grand succès aux locomotives des chemins d'Alsace.

Pompe alimentaire.

La pompe alimentaire n'a rien de particulier; elle reçoit directement le mouvement de la tête de la tige du piston des cylindres; les pompes ont de diamètre 0^m,045; la course de leur piston est 0^m,460.

Essieu coudé.

Le mouvement des pistons se communique au moyen de bielles aux manivelles d'un arbre coudé ayant de diamètre dans les coussinets de longeron 0^m,150. Ils sont en fer de riblon corroyé et fabriqués par Cavé, à Paris.

Roues.

Les roues motrices ont de diamètre 1^m,680. Elles sont à rebords.

Les quatre autres ont de diamètre 1^m,060. Elles sont faites sur l'ancien modèle des machines Sharp Roberts et munies de fusées extérieures.

Les boîtes à graisse sont maintenues dans des bâtis courbes.

Bâtis et ressorts de suspension.

Les ressorts de suspension sont placés au-dessus des bâtis; ils sont munis de menottes variables, au moyen desquelles il est facile d'en faire varier la flèche et de porter le poids de l'appareil sur celle des roues où on le juge à propos.

Les bâtis sont courbes et de la forme ordinaire du modèle Sharp Roberts.

Boîte à fumée.

La boîte à fumée qui est en tôle de fer porte, sur sa face gauche et dans la portion arrondie, un registre qui, en glissant parallèlement à lui-même, peut mettre à découvert une ouverture rectangulaire de $0^m,160$ sur $0^m,180$, ayant pour effet de diminuer le tirage. Le machiniste, quand il juge cette diminution à propos, ouvre le registre en tirant à lui une tringle horizontale qui règne extérieurement le long de la chaudière.

Il serait superflu, d'après ce qu'on a vu plus haut, d'entrer ici dans le détail des formes de la cheminée, des pistons, des lignes de ces pistons. des bielles et des autres accessoires; de parler des moyens de sûreté appliqués au *Véloce*, etc., puisqu'ils n'offrent rien de particulier.

Nous passerons donc à la description du mécanisme de la variation de détente et de ce qui s'y rapporte.

Mécanisme de la variation de détente.

On se rappelle que dans le système J. J. Meyer la variation de détente de la vapeur s'obtient au moyen de deux tiroirs glissant l'un sur l'autre dans une seule boîte. Ici l'on a deux boîtes séparées, dont chacune est pourvue de son tiroir.

Ainsi qu'on l'a vu ci-dessus, la boîte du tiroir de distribution est appliquée latéralement au cylindre, de manière à placer le tiroir de champ; et la boîte du tiroir de détente recouvre la face

supérieure du premier, de telle sorte que le tiroir qu'elle renferme est posé à plat.

La vapeur est amenée directement dans le tiroir de détente et passe ensuite dans l'autre au travers de deux orifices rectangulaires d'égale surface, ayant $0^m,027$ d'épaisseur sur $0^m,110$. Ils sont espacés de $0^m,115$.

Le tiroir de distribution ne diffère en rien de celui des machines à détente fixe; leur recouvrement, qui est de $0^m,022$, est tel que quand la vapeur n'est pas arrêtée par l'autre tiroir, elle est admise dans le cylindre pendant les trois quarts de la course du piston; il y a par conséquent un quart de détente.

Le tiroir de détente est percé de deux orifices de $0^m,040$ sur $0^m,110$, et par conséquent plus larges que ceux de communication entre les deux boîtes; ils ont $0^m,102$ d'écartement.

Dans le système Meyer, l'amplitude de la course des tiroirs de détente est constant, et la variation dans l'introduction de la vapeur s'obtient en faisant varier la distance entre les glissières de détente. Dans le système Gunzenbach, au contraire, cette variation est obtenue en modifiant la longueur de la course du tiroir de détente.

On conçoit aisément que si l'on peut régler cette course de telle sorte que les orifices de communication entre les deux boîtes restent à découvert, c'est-à-dire en regard des lumières de la détente, pendant toute la course du piston, alors la vapeur agira en plein comme dans les machines ordinaires, et que si l'on peut faire recouvrir ces orifices par les portions pleines du tiroir pendant une fraction plus ou moins grande de la course du piston, la vapeur n'agira plus que par expan-

sion, jusqu'à ce que la communication entre les deux tiroirs soit rétablie. Tel est en peu de mots le principe du système Gunzenbach.

Dans le *Véloce*, la course minimum du tiroir de détente, $0^m,025$, laisse constamment à découvert les orifices de communication entre les deux boîtes. Alors la vapeur n'a plus d'obstacle que le tiroir de distribution dont le recouvrement donne un quart de détente, ainsi qu'on l'a vu plus haut.

La course maximum du tiroir de détente, $0^m,120$, intercepte les orifices de communication quand le piston est parvenu au quart de sa course; elle détermine par conséquent au moins trois quarts de détente.

Et l'on obtient des détentes intermédiaires en faisant varier la course du tiroir de détente entre $0^m,025$ et $0^m,120$.

On aurait pu étendre davantage les limites, mais les constructeurs ne l'ont pas jugé nécessaire pour une machine où la vapeur n'atteint pas au delà de 4 1/2 à 5 atmosphères de tension. Ils adopteront, en effet, des limites plus écartées pour des locomotives où la vapeur doit agir à 6 atmosphères de pression effective.

Reste à faire connaître le mécanisme du mouvement des tiroirs de détente.

On a vu que les tringles d'excentriques transmettent directement leur mouvement au tiroir de distribution; les deux fourchettes d'excentrique enclanchent sur le maneton d'une glissière mobile dans une pièce à coulisse fixée dans le longeron intérieur; cette glissière reçoit la tringle du tiroir de distribution. La fourchette de la marche en avant embraie de haut en bas; celle de la marche en arrière, suivant la direction opposée.

Chacune des tringles d'excentrique porte en un point de sa longueur une seconde fourchette placée en sens inverse des deux premières, et par conséquent aussi en sens inverse l'une de l'autre, c'est-à-dire de telle sorte que quand l'une d'elles enclanche, l'autre désenclanche, et réciproquement. Ces fourchettes donnent le mouvement au tiroir de détente.

Chacune d'elles peut embrayer avec l'un des manetons d'un levier à double coulisse qui oscille autour d'un point fixe pris sur le longeron interne; les manetons sont placés à égale distance du centre de rotation. C'est ce levier oscillant qui reçoit la tringle du tiroir de détente, tringle dont le point d'attache au levier peut changer de place à la faveur des coulisses. Grâce à cette disposition, le mouvement de la tringle subit aussi des variations, c'est-à-dire qu'il augmente en raison de la distance du point d'attache au centre de rotation du levier.

Les pièces du mécanisme sont disposées de telle sorte que quand on enclanche pour la marche en avant, la deuxième fourchette de la tringle d'excentrique pour la marche en arrière embraye avec le maneton du levier oscillant du tiroir de détente; et que quand on enclanche pour la marche en arrière, c'est la deuxième fourchette de la tringle de marche en avant qui transmet le mouvement au tiroir de détente.

Quant à la variation du point d'attache de la tringle de ce dernier tiroir sur le levier à coulisses, on la produit au moyen d'une manette mobile sur un support à crans et communiquant par une tringle à un petit arbre de relevage. Le machiniste fait mouvoir à volonté la manette et par con-

séquent l'arbre qui détermine la course du tiroir de détente, ainsi qu'on vient de le dire.

Dans *le Véloce*, le support a cinq crans placés de manière à obtenir pour la vapeur $\frac{2}{8}$, $\frac{3}{8}$, $\frac{4}{8}$, $\frac{5}{8}$, $\frac{6}{8}$ d'admission, et par conséquent $\frac{6}{8}$, $\frac{5}{8}$, $\frac{4}{8}$, $\frac{3}{8}$, $\frac{2}{8}$ de détente. Dans le dernier cas, la vapeur agit en plein, c'est-à-dire que le tiroir de détente n'en gène pas l'introduction.

On voit que la manœuvre de l'appareil ne présente aucune difficulté, car le mouvement du tiroir de détente est très-doux. Afin d'entretenir le frottement des tiroirs dans de bonnes conditions, on a fixé sur le devant des bâtis une petite pompe au moyen de laquelle on peut fouler de l'huile dans la boîte du tiroir de détente, et graisser ainsi les pièces qui frottent dans les deux boîtes.

Le principe du système de détente dont on vient de lire l'application est fort simple, parce qu'il repose sur la variation de course d'un tiroir très-léger, mû par un organe existant dans la machine. Un simple levier droit sert à transmettre le mouvement.

L'application en est assez simple aussi, car le nombre de pièces du mécanisme est peu considérable ; ces pièces travaillent dans de bonnes conditions pour résister à l'usure, à la dislocation, au déréglement; enfin la transmission du mouvement s'établit avec simplicité.

Le mécanisme au moyen duquel on fait varier le point d'attache de la tringle du tiroir de détente est également simple et facile à mouvoir.

Si nous comparons entre eux le système de détente variable Meyer et le système Gunzenbach, tels qu'ils sont appliqués, le premier à *l'Espérance*, le second au *Véloce*, nous trouverons

aussi de la simplicité dans le mécanisme du premier; il a même l'avantage de n'avoir qu'une seule boîte pour la détente et pour la distribution, tandis qu'il en existe deux dans le système Gunzenbach. Mais le tiroir Meyer présente une grande surface ($0^{m.car.}$,109) à la pression de la vapeur arrivant de la chaudière pendant que s'opère l'expansion, et nécessite par conséquent une force considérable pour son déplacement. Le tiroir de détente Gunzenbach au contraire a peu de surface (0^{m},032), et le tiroir de distribution se meut avec d'autant plus de facilité que l'expansion est plus forte (1).

La communication du mouvement à la variation de détente nous semble aussi plus simple et surtout plus prompte que dans le système Meyer.

Mais dans la disposition du *Véloce* on parvient plus difficilement aux tiroirs lorsqu'ils ont besoin de réparation pendant que la locomotive est en service, tandis que le machiniste arrive facilement à la boîte à vapeur de *l'Espérance*, dont il peut à tout moment enlever la plaque de recouvrement (2).

D'ailleurs les deux systèmes présentent les avantages d'une détente complète, c'est-à-dire que l'on peut pousser à toutes les limites réclamées dans la pratique, et d'un bon fonctionnement de

---

(1) Longueur du tiroir de détente 0^{m},289, largeur 0^{m},140. Surface, déduction faite des deux ouvertures de 0^{m},110 sur 0^{m},040, $0^{m.car.}$,036.

(2) On a ménagé dans la boîte à vapeur du *Véloce* une ouverture sous la porte de la boîte à fumée, qui est recouverte par une simple plaque boulonnée. Mais pour y parvenir aisément, il faut enlever d'abord la traverse de défense.

la vapeur dans toutes les phases de l'admission et de l'échappement.

On a vu que dans *le Véloce* on peut faire travailler la machine avec expansion variable, soit dans la marche en avant, soit dans la marche en arrière. Comme il est généralement inutile qu'une locomotive puisse fonctionner avec détente à la marche en arrière, on pourrait supprimer les organes nécessaires à l'expansion dans ce dernier cas, sans nuire au bon emploi de l'appareil.

Poids de la locomotive. Nous terminerons la description de la locomotive en donnant le poids, en nombres ronds, des matières dont elle est composée, et en indiquant les valeurs de ces matières.

	Poids.	Prix du kilog.	Valeur.
Fer forgé.	5.657		
Fonte.	1.780		
Fonte et fer.	288		
Tôle.	4.288		
Cuivre et bronze.	3.028		
Acier.	542		
Bois.	260		
	15.843		

Si nous ajoutons à ce poids celui des 2.600 litres d'eau, soit : 2.600 kil.

nous aurons pour le poids total de la locomotive prête à fonctionner 18.443

Tender.

On s'est servi pour les expériences sur *le Véloce* d'un tender d'une autre locomotive du chemin de fer construit sur le modèle Sharp Roberts

et qui n'avait rien de particulier. Quand l'eau s'y trouvait à $0^m,130$ en contre-bas de l'affleurement du trou, elle pesait. . . . . 3.660kil.
vide, il pesait. 4.940

par conséquent, plein d'eau. 8.600

On pouvait y charger au delà de 600 kil. de coke.

Expériences faites sur la locomotive le Véloce.

La commission a soumis *le Véloce* à deux genres d'expériences; la première consistait à faire remorquer par cette locomotive un poids très-considérable avec une vitesse ordinaire d'un train de voyageurs d'environ 31 kilomètres à l'heure et en s'arrêtant aussi peu que possible. C'était afin d'apprécier la consommation de combustible avec un effort de traction vraiment exceptionnel.

Dans la seconde expérience on a traîné un convoi ordinaire en s'arrêtant à toutes les stations; c'était afin de savoir comment se comporterait la locomotive dans les circonstances habituelles d'un service de voyageurs.

Les directeurs des chemins de fer d'Alsace ont mis la ligne de Strasbourg à Bâle à la disposition de la commission, avec la plus parfaite obligeance.

On a tenu compte dans ces expériences :

1° Du combustible employé pour l'allumage;

2° Du coke chargé sur le tender au départ et durant le trajet;

3° Du coke chargé sur le foyer de la machine pendant la marche et pendant les stationnements;

4° Des quantités d'eau contenues dans le ten-

der et dans la locomotive au moment du départ et de l'arrivée ;

5° Des quantités d'eau prises durant le trajet ;

6° De la durée de l'allumage ;

7° De la durée des stationnements ;

8° Des heures de passage aux bornes kilométriques et de celles d'arrivée aux stations ;

9° Des pentes et des rampes de la voie ;

10° De la force élastique de la vapeur indiquée par la balance à ressort ;

11° Du plus ou moins de détente de la vapeur, indiqué par la position de la manette sur le support à crans.

On a observé de plus :

1° La température de l'air pendant les stationnements ;

2° La température de l'eau renfermée dans le tender, soit au départ, soit à chaque renouvellement d'eau ;

3° La direction et la force du vent ;

4° L'état du ciel et autres circonstances météorologiques.

5 novembre 1844.

PREMIÈRE EXPÉRIENCE.

Machiniste ; chamberlan.

On a parcouru avec une vitesse moyenne d'environ 31 kilomètres à l'heure la distance entre la station de Mulhouse et celle de Kœnigshoffen, près Strasbourg ; aller et revenir dans la journée. Dans ce parcours, la direction moyenne du chemin de fer, depuis l'embranchement du chemin de Mulhouse à Thann est N. 19° E. Son inclinaison moyenne, en tenant compte de la contre-pente, est, sur une longueur de 8 kilomètres, une

rampe de $0^m,00222$, et sur le reste du trajet une pente de $0^m,00118$. La ligne est parfaitement horizontale sur une longueur de 13.500 mètres; la rampe est du côté de Mulhouse. Le maximum de la pente est $0^m,003$, et on l'atteint rarement; toutefois, près du pont de la Thur, entre les stations de Bollwiller et de Wettolsheim, il y a $0^m,005$ sur une longueur de 586 mètres.

Dans le trajet dont il s'agit, les locomotives ralentissent deux fois, d'abord au pont sur le canal du Rhône au Rhin, où il existe une courbe de 360 mètres de rayon, et ensuite auprès de l'embranchement sur Thann; mais dans le second cas c'est uniquement par mesure de prudence, car ici la courbe a 700 mètres de rayon.

Allumage.

Commencé à 5 h. 27′, terminé à 8 h. 3′, la vapeur était à deux atmosphères de pression. L'allumage s'est fait entièrement hors de la remise.

Consommation pour l'allumage : 4 paniers de coke, soit 160 kil.; 30 kil. de bois et 3 kil. de copeaux. Trois paniers de coke auraient suffi si l'on n'avait pas tenu à être promptement en vapeur. Le feu étant bas à 6 h. 15′, on a versé le quatrième panier sur le foyer de la machine; au même instant on a jeté dans la chaudière par la grande soupape 2 kilogrammes de pommes de terre pour empêcher l'adhérence des dépôts de l'eau. Le *Véloce* ayant été la veille à Bâle, on avait vidé la chaudière au retour, et on l'avait remplie de nouveau au réservoir de la station des ateliers; la température de l'eau était 11° centigrades dans le réservoir.

La locomotive et son tender ont été remorqués, à 7 h. 10′, de la station des ateliers à celle du mouvement où l'on a rempli le tender à 7 h. 15′.

Le feu étant bas à 7 h. 45′, on a chargé sur le foyer 23 pelletées de coke. La température de l'air extérieur était alors à + 2° centigrades. Le vent soufflait au S.O.

L'eau se trouvait dans le tender à 0m,130 en contre-bas de l'affleurement du trou d'homme; sa température était 21°,4. A ce moment le tender contenait 3.660 litres d'eau :

Eau.	3.660 kil.
Coke.	600
Charge du tender.	4.260 kil.

On aurait pu partir, mais une seconde pesée des voitures du convoi a retardé le départ. A 8h. 37′ le machiniste a lâché la vapeur dans le tender.

Le convoi était composé de la manière suivante:

	POIDS		
	des voitures.	du chargement.	brut.
	kil.	kil.	kil.
Locomotive pleine pesant environ.	15.843	Eau 2.600	18.443
Tender plein. . .	4.940	Eau 3.660 Coke 600	9.200

Wagon à bagage,	N°	4.087
Diligence,	N°	3.820
Wagon de houille,	N° 16.	6.980
—	N° 6.	5.590
—	N° 19.	7.230
—	N° 23.	6.690
—	N° 29.	6.510
	A reporter.	40.907

Report.	. . . .	40.907
Wagon de houille,	N° 24.	6.730
—	N° 22.	6.710
—	N° 21.	7.040
—	N° 18.	6.840
—	N° 35.	6.970
—	N° 9.	6.860
—	N° 1.	6.670
—	N° 5.	6.960
—	N° 30.	6.860
		102.547
9 personnes.		540
Total du poids du convoi, non compris la locomotive et le tender.		103.087

C'est avec ce poids de 103 tonnes que *le Véloce* a quitté la station de Mulhouse pour se rendre à celle de Kœnigshoffen.

On est parti à 8h. 42′; au commencement de la marche les roues pivotaient.

(Voir les tableaux, page 280 et suiv.)

LIEUX de passage. Indication des bornes kilométriques.	HEURES des passages.	TEMPS employé à parcourir les distances.	FERMETURE du régulateur.	INDICATION de la détente.	TENSION de la vapeur indiquée par la balance.	CHARGE du foyer. Nombre de pelletées de coke.	OBSERVATIONS
	h. '				atmosp.		
110	8 42		1/2	4/8	5	»	(1)
		7'					
109	49		0	6/8	3	»	
		3					
108	52		0	id.	»	»	
		2,2					
107	54,2		0	id.	»	»	
		2,3					
106	56,5		0	id.	»	»	
		2,3					
105	58,8		0	5/8	»	»	
		2,4					
104	9 1,2		0	id.	5	»	
		2,6	0				
103	3,8		1/2	6/8	»	»	(2)
		3,1					
102	6,9		0	id.	5	»	(3)
		2,3	0				
101	9,2		2/3	id.	»	»	
		1,8					
100	11		1/2	id.	»	»	
		1,5					
99	12,5		2/5	id.	4,5	»	
		1,7					
98	14,2		1/2	id.	»	»	
		1,6					
97	15,8		1/2	id.	»	»	
		1,5					
96	17,3		2/3	id.	4,5	»	
		1,4					
95	18,7		3/4	id.	»	»	
		1,6	id.				
94	20,3		id.	id.	»	»	
		1,7					
93	22		En plein.	2/8	»	»	
		1					
Bollwiller.	23		0	»	»	»	(4)
		3					
Départ.	26		0	2/8	4	»	
		2,7					
92	28,7		0	6/8	»	»	
		2	0				
91	30,7		1/2	id.	»	»	(5)
		1,6					

(1) Les roues motrices pivotent. Comme l'avance du tiroir de distribution donne 2/8 de détente, on ne pourra jamais indiquer moins de détente que cela.

(2) Les roues pivotent.

(3) Les roues pivotent légèrement.

(4) Halte à la station de Bollwiller, à environ 300 mètres de la borne 93, pour examiner l'état des essieux, etc. L'eau du tender était à 0m,35 en contre-bas de l'affleurement.

(5) Maximum de l'orifice d'échappement.

Lieux de passage. Indication des bornes kilométriques.	Heures des passages.	Temps employé à parcourir les distances.	Fermeture du régulateur.	Indication de la détente.	Tension de la vapeur indiquée par la balance.	Charge du foyer. Nombre de pelletées de coke.	Observations
	h. '	1',6			atmosp.	pelletées.	
90	9 32,2		3/5	6/8	4	»	
		1,4					
89	33,7		2/3	id.	»	»	(1)
		1,4					
88	35,1		id.	id.	»	»	
		1,5					
87	36,6		1/2	id.	4	»	(2)
		1,7					
86	38,3		id.	id.	»	»	(3)
		1,3					
85	39,6		id.	id.	»	5	
		1,4					
84	41		id.	id.	4	»	
		1.6					
83	42,6		id.	id.	»	»	
		1,4					
82	44		0	id.	3,5	»	(4)
		1,7					
81	45,7		0	id.	»	»	
		1,5					
80	47,2		0	id.	»	»	
		1,8					
79	49		0	5/8	»	»	(5)
		1,8					
78	50,8		0	id.	»	5	
		1,7					
77	52,5		0	id.	»	»	
		1,8					
76	54,3		0	id.	4	»	(6)
		1,7					
75	56		0	id.	»	»	
		1,5					
74	57,5		0	id.	»	»	
		1,5					
73	59		0	6/8	»	»	
		1,5					
72	10 0,5		0	id.	»		(7)
		1,5					
71	2		0	id.	4	»	
		1,6					
70	3,6		0	id.	»	»	
		1,6					
69	5,2		0	id.	4,25	»	
		1,6					

(1) Maximum de l'orifice d'échappement.
(2) Diminution de l'orifice.
(3) Maximum de l'orifice.
(4) Diminution de l'orifice d'échappement.
(5) Minimum de l'orifice.
(6) Depuis Ruffach, vent N. sensible.
(7) Minimum d'échappement.

LIEUX de passage. Indication des bornes kilométriques.	HEURES des passages.	TEMPS employé à parcourir les distances.	FERMETURE du régulateur.	INDICATION de la détente.	TENSION de la vapeur indiquée par la balance.	Charge du foyer. Nombre de pelletées de coke.	OBSERVATIONS.
	h. '	1',6			atmosp.	pelletées.	
68	10 6,8		Fermé.	2/8	»	»	
		1,7					
Stat. de Colmar.	8,5		»	»	»	(1)	(2)
		15,2					
Dép. de Colmar.	23,7		0	4/8	4,5	»	
		2,5					
67	26,2		1/2	6/8	»	»	
		4,4					
66	30,6		0	*id.*	»	»	
		1,9					
65	32,5		1/2	*id.*	»	»	
		1,5					
64	34		*id.*	*id.*	4	»	
		1,5					
63	35,5		2/3	*id.*	»	»	
		1,4					
62	36,9		*id.*	*id.*	»	»	
		1,4					
61	38,3		1 3	*id.*	»	»	
		1,3					
60	39,6		*id.*	*id.*	»	»	
		1,4					
59	41		*id.*	*id.*	»	»	
		1,5					
58	42,5		1/2	*id.*	4	»	
		1,5					
57	44		*id.*	*id.*	4	»	
		1,7					
56	45,7		2/5	*id.*	»	»	
		1,5					
55	47,2		*id.*	*id.*	»	»	
		1,6					
54	48,8		*id.*	*id.*	»	»	
		1,6					
53	50,4		*id.*	*id.*	»	»	
		1,4					
52	51,8		1/3	*id.*	»	»	
		1,5					
51	53,3		*id.*	*id.*	»	»	
		1,4					
50	54,7		*id.*	*id.*	»	»	
		1,2					
49	55,9		*id.*	*id.*	3,5	»	
		1,3					
48	57,2		*id.*	*id.*	»	»	
		1,3					

(1) Pendant le stationnement, on a chargé 23 pelletées.
(2) Augmenté l'ouverture d'échappement. Hauteur de l'eau dans le tender $0^m,575$ en contre-bas de l'affleurement. Sa température 23° c. Température de l'air + 3°. Le vent se maintient N. et donne faiblement.
Les roues motrices pivotent ; on est obligé de démarrer lentement.

LIEUX de passage. Indication des bornes kilométriques.	HEURES des passages.	TEMPS employé à parcourir les distances.	FERMETURE du régulateur.	INDICATION de la détente.	TENSION de la vapeur indiquée par la balance.	CHARGE du foyer. Nombre de pelletées de coke.	OBSERVATIONS.
	h. '	1',3			atmosp.	pelletées.	
47	10 58,5		0	6/8	»	»	
		1,5					
46	11 0		0	id.	»	»	
		2					
45	2		Fermé.	2/8	»	»	(1)
		8,5					
Départ.	10,5		1/2	id.	»	18	
		4,1					
44	14,6		0	3/8	»	»	
		2,5					
43	17,1		0	6/8	»	»	
		1,8					
42	18,9		1/2	id.	»	»	
		1,6					
41	20,5		2/3	id.	»	»	
		1,3					
40	21,8		id.	id.	»	»	
		1,3					
39	23,1		2/5	id.	»	»	
		1,3					
38	24,4		id.	id.	3,5	»	
		1,4					
37	25,8		id.	id.	»	»	
		1,3					
36	27,1		id.	id.	»	»	(2)
		1,5					
35	28,6		id.	id.	»	»	
		1,4					
34	30		id.	id.	»	»	
		1,5					
33	31,5		1/2	id.	»	»	
		1,5					
32	33		id.	id.	»	»	
		1,5					
31	34,5		id.	id.	»	»	
		1,5					
30	36		id.	id.	3	»	
		1,7					
29	37,7		id.	id.	»	»	
		1,6					
28	39,3		id.	id.	»	»	
		1,6					
27	40,9		id.	id.	»	»	
		1,1					
26	42		id.	id.	»	»	
		1,4					

(1) Station de Schelestadt. L'eau est dans le tender à 0m,758 en contre-bas. On remplit [le ré]servoir jusqu'à 0m,140. Pendant le stationnement, on charge le foyer. On démarre [...]ment; les roues pivotent. Le vent est du S.

(2) Le vent souffle du N.

LIEUX de passage. Indication des bornes kilométriques.	HEURES des passages.	TEMPS employé à parcourir les distances.	FERMETURE du régulateur.	INDICATION de la détente.	TENSION de la vapeur indiquée par la balance.	CHARGE du foyer. Nombre de pelletées de coke.	OBSERVATIONS.
	h. '				Report.	51 pel.	
		1,4					
25	0 43,4		0	6/8	»	»	
		0,9					
24	0 44,3		0	*id.*	»	»	
		1,8					
23	0 46,1		Fermé plein	2/8	3,75	»	
		1,7					
22	0 47,8		*id.*	*id.*	»	»	
		0,8					
Stat. d'Erstein.	0 48,6		*id.*	0	»	»	(1)
		3					
Départ.	0 51,6		0	2/8	»	6	
		2,6					
21	0 54,2		0	6/8	3 75	»	
		1,9					
20	0 56,1		1/2	*id.*	»	»	
		1,5					
19	0 57,6		*id.*	*id.*	»	»	
		1,4					
18	0 59		*id.*	*id.*	»	»	
		1,3					
17	12 0,3		*id.*	*id.*	»	»	
		1,3					
16	0 1,6		*id.*	*id.*	»	»	
		1,3					
15	0 2,9		*id.*	*id.*	»	»	
		1,3					
14	12 4,2		*id.*	*id.*	»	»	
		1,2					
13	0 5,4		*id.*	*id.*	»	»	
		1,2					
12	0 6,6		*id.*	*id.*	3,75	»	
		1,3					
11	0 7,9		1/3	*id.*	»	»	
		1,2					
10	0 9,1		*id.*	*id.*	»	»	
		1,1					
9	0 10,2		3/5	*id.*	»	»	
		1,3					
8	0 11,5		1/2	*id.*	»	»	
		1,2					
7	0 12,7		*id.*	*id.*	»	»	
		1,3					
6	0 14		0	*id.*	»	»	
		1,2					
5	0 15,2		0	*id.*	3,75	»	
		1,6					
4	0 16,8		Plein.	2/8	»	»	
		1,2					
Kœnigshoffen.	0 18		0	0	»	»	
						57	

(1) Halte pour examiner l'état des essieux.
(2) Le vent souffle du S.

A l'arrivée, l'eau se trouvait dans la chaudière au même niveau qu'au départ de Mulhouse. Elle était dans le tender à $0^m,650$ en contre-bas de l'affleurement du trou et à une température de $18°,7$ C. La température de l'air à $+4°,2$.

Les notes ci-dessus nous apprennent que l'on a chargé depuis l'allumage, y compris le stationnement à Mulhouse, 80 pelletées de coke sur le foyer. A l'arrivée à Koenigshoffen, on a trouvé sur le foyer de la machine 91 kilogrammes de coke; le tender en renfermait 228, total 319. Le *Véloce* a donc consommé pendant sa marche, y compris les divers stationnements, mais non compris l'allumage, $600-319=281$ kilogrammes de coke, soit par kilomètre $2^k,64$; et si nous y comprenons l'allumage, $281+160=441$ kilogrammes, soit par kilomètre $4^k,14$.

Pendant le même trajet, la consommation d'eau avait été de 3665 litres, c'est-à-dire à peu près la capacité totale du tender. On a perdu environ quatre litres d'eau quand on a séparé le tender de la locomotive, à la station de Koenigshoffen.

Le nouvel allumage s'est fait à midi 45 minutes;

on y a consommé : { coke, 3 paniers. 120 kilog.
bois et copeaux. 43 kilog.

Pendant le stationnement à Koenigshoffen, on a chargé sur le foyer, en sus de ces quantités, 80 k. de coke (2 paniers). A $1^h 40'$, on a rempli d'eau le tender jusqu'à $0^m,185$ en contrebas de l'affleurement du trou; on y a chargé 16 paniers, soit 640^k. de coke neuf; celui du foyer avait été mis en réserve. A $1^h 55'$ la température de l'eau dans le tender était de 26° C, celle de l'air de 5°. Le vent

soufflait O.S.O., il devait donc contrarier le convoi dans la direction qu'il allait suivre.

L'approvisionnement du tender avait allégé le convoi d'environ 110^{k}, dont il n'y a pas lieu de tenir compte.

On a quitté la station de Kœnigshoffen à 2^{h} 8'.

LIEUX de passage. Indication des bornes kilométriques.	HEURES des passages.	TEMPS employé à parcourir les distances.	FERMETURE du régulateur.	INDICATION de la détente.	TENSION de la vapeur indiquée par la balance.	CHARGE du foyer. Nombre de pelletées de coke.
	h. '				atmosp.	pelletées.
Départ.	2 8		1/2	2/8	4,5	»
		1',4				
4	9,4		0	4/8	»	»
		4,4				
5	13,8		0	6/8	»	»
		2				
6	15,8		0	*id.*	»	»
		1,6				
7	17,4		0	*id.*	»	»
		1,9				
8	19,3		0	*id.*	»	»
		1,8				
9	21,1		0	5/8	»	»
		1,9				
10	23		0	*id.*	»	»
		1,8				
11	24,8		0	*id.*	»	»
		1,6				
12	26,4		0	4/8	»	»
		1,7				
13	28,1		0	*id.*	»	»
		1,7				
14	29,8		0	*id.*	»	»
		1,5				
15	31,3		0	*id.*	»	»
		1,6				
16	32,9		0	*id.*	»	»
		1,5				
17	34,4		0	*id.*	»	»
		1,5				
18	35,9		0	*id.*	»	»
		1,6				
19	37,5		0	*id.*	»	»
		1,9				
20	39,4		0	*id.*	»	»
		1,8				
21	41,2		Plein.	2/8	»	»
		1,8				

(1) Vent assez fort.

… es.	HEURES des passages.	TEMPS employé à parcourir les distances.	FERMETURE du régulateur.	INDICATION de la détente.	TENSION de la vapeur indiquée par la balance.	CHARGE du foyer. Nombre de pelletées de coke.	OBSERVATIONS.
	h. '	1',8			atmosp.	pelletées.	
in.	2 43		0	2/8	»	14	(1)
		3,2					
	46,2		1/3	id.	»	»	
		1,8					
	48		id.	4/8	»	2	
		2,8					
	50,8		0	id.	4,25	»	
		2,1					
	52,9		0	id.	»	»	
		1,7					
	54,6		0	id.	»	»	
		1,5					
	56,1		0	id.	»	»	
		1,5					
	57,6		0	id.	»	»	
		1,4					
	59		0	id.	»	3	
		1,5					
	3 0,5		0	id.	»	»	
		1,5					
	2		0	id.;	»	»	
		1,3					
	3,3		0	id.	»	»	
		1,5					
	4,8		0	id.	»	»	
		1,2					
	6		0	id.	»	»	
		1,5					
	7,5		0	id.	»	»	
		1,4					
	8,9		0	id.	»	»	
		1,4					
	10,3		0	id.	»	2	
		1,5					
	11,8		0	id.	»	»	
		1,3					
	13,1		0	id.	»	»	
		1,5					
	14,6		0	id.	»	»	
		1,5					
	16,1		0	id.	»	»	
		1,6					
	17,7		0	id.	»	»	
		1,4					
	19,1		0	id.	4,5	»	(2)
		1,6					
					à reporter.	26	

our examiner l'état des essieux du convol, graisser la machine, etc.
ible du Sud.

LIEUX de passage. Indication des bornes kilométriques.	HEURES des passages.	TEMPS employé à parcourir les distances.	FERMETURE du régulateur.	INDICATION de la détente.	TENSION de la vapeur indiquée par la balance.	CHARGE du foyer. Nombre de pelletées de coke.
					Report.	26 pel.
	h. '	1',6			atm.	
43	3 20,7		0	4/8	»	»
		1,3				
44	22		1/2	2/8	»	»
		1,9				
45	23,0		Plein.	*id.*	»	»
		0,6				
Station de Schelestadt.	24,5		*id.*	*id.*	»	»
		7,5				
Départ.	32		1/2	*id.*	4,75	23
		3				
46	35		0	*id.*	»	»
		1,7				
47	36,7		0	*id.*	»	»
		1,4				
48	38,1		0	*id.*	»	»
		1,6				
49	39,7		0	*id.*	»	»
		1,5				
50	41,2		0	*id.*	»	»
		1,6				
51	42,8		0	*id.*	»	»
		1,5				
52	44,3		0	*id.*	»	»
		1,5				
53	45,8		0	0/8	»	»
		1,3				
54	47,1		0	*id.*	»	»
		1,4				
55	48,5		0	*id.*	4,75	»
		1,3				
56	49,9		0	*id.*	»	»
		1,1				
57	51		0	*id.*	»	»
		1,3				
58	52,3		0	*id.*	»	»
		1,4				
59	53,7		0	*id.*	»	»
		1,3				
60	55		0	*id.*	»	»
		1,3				
61	56,3		0	5/8	»	»
		1,4				
62	57,7		0	*id.*	»	»
		1,3				
					à reporter.	49

(¹) Température de l'air + 5°,50 ; presque pas de vent ; l'eau du tender descendi à 0^{m},750 en contre-bas de l'orifice. On a rempli le tender jusqu'à 0,^{m}135 en contre-b de la même surface ; l'eau était alors à 20°,5.

LIEUX de passage. Indication des bornes kilométriques.	HEURES des passages.	TEMPS employé à parcourir les distances.	FERMETURE du régulateur.	INDICATION de la détente.	TENSION de la vapeur indiquée par la balance.	CHARGE du foyer. Nombre de pelletées de coke.	OBSERVATIONS.
	h. '				*Report.* atm.	49 pel.	
		1',3					
63	3 59		0	5/8	»	»	
		1,4					
64	4 0,4		0	*id.*	»	»	
		1,4					
65	1,8		0	*id.*	»	»	
		1,2					
66	3		Plein.	*id.*	4,75	»	
		1,5					
67	4,5		*id.*	2/8	»	»	
		1					
St. de Colmar.	5,5		*id.*	*id.*	»	»	(1)
		8					
Départ.	13,5		0	*id.*	4,50	26	
		2,5					
68	16		0	4/8	»	»	
		2					
69	18		0	6/8	»	»	
		1,5					
70	19,5		0	3/8	»	»	
		1,5					
71	21		0	*id.*	»	»	
		1,2					
72	22,2		0	*id.*	»	»	
		1,4					
73	23,6		0	*id.*	»	»	
		1,4					
74	25		0	*id.*	»	»	
		1,5					
75	26,5		0	*id.*	4,75	»	
		1,5					
76	28		0	*id.*	»	»	
		1					
77	29		0	*id.*	»	»	
		1,6					
78	30,6		0	*id.*	»	»	
		1,4					
79	32		1/3	*id.*	»	»	
		1,5					
80	33,5		*id.*	5/8	»	»	
		1,5					
81	35		0	*id.*	»	5	
		1,3					
82	36,8		0	4/8	»	»	
		1,6					
83	37,9		0	*id.*	»	»	
		1,4					
					à reporter.	80	

(1) Peu de vent; il souffle N.; température de l'air + 6°. L'eau dans le tender est ndue à $0^m,50$ en contre-bas de l'orifice.

LIEUX de passage. Indication des bornes kilométriques.	HEURES des passages.	TEMPS employé à parcourir les distances.	FERMETURE du régulateur.	INDICATION de la détente.	TENSION de la vapeur indiquée par la balance.	CHARGE du foyer. Nombre de pelletées de coke.	OBSERVATIONS.
					Report.	80 el.	
	h. '	1',4			atm.		
84	4 39,3		0	4/8	»	»	
		1,5					
85	40,8		0	*id.*	»	»	
		1,4					
86	42,2		0	*id.*	4,75	»	(1)
		1,5					
87	43,7		0	*id.*	»	»	
		1,4					
88	45,1		0	3/8	»	»	
		1,7					
89	46,8		0	5/8	»	»	
		1,3					
90	48,1		0	6/8	»	»	
		1,8					
91	49,9		0	2/8	»	»	
		1,6					
92	51,5		0	*id.*	»	»	
		1,7					
S. de Bollwiller.	53,2		Plein.	2/8	»	»	(2)
		5,3					
Départ.	58,5		1/2	*id.*	»	»	
		1,5					
93	5 0		*id.*	3/8	5	»	
		2,5					
94	2,5		1/4	*id.*	»	»	
		2,1					
95	4,6		*id.*	4/8	»	»	
		1,8					
96	6,4		*id.*	6/8	»	»	
		1,6					
97	8		*id.*	*id.*	»	»	
		1,8					
98	9,8		0	*id.*	»	»	
		1,6					
99	11,4		0	*id.*	»	»	
		1,5					
100	12,9		0	*id.*	»	»	
		1,3					
101	14,2		0	*id.*	»	»	
		1,4					
102	15,6		Plein.	2/8	»	»	(3)
		1,8					
103	17,4		0	*id.*	»	»	
		2					
					à reporter.	80	

(1) Vent du Sud.
(2) Halte pour examiner l'état des essieux du convoi, etc.
(3) Point culminant de la rampe.

LIEUX de passage. Indication des bornes kilométriques.	HEURES des passages.	TEMPS employé à parcourir les distances.	FERMETURE du régulateur.	INDICATION de la détente	TENSION de la vapeur indiquée par la balance.	CHARGE du foyer. Nombre de pelletées de coke.	OBSERVATIONS.
					Report.	80	
	h. '	'			atm.		
104	5 19,4		2/3	6/8	»	»	
		1,6					
105	21		*id.*	*id.*	»	»	
		1,6					
106	22,6		*id.*	*id.*	»	»	
		1,4					
107	24		*id.*	*id.*	»	»	
		1,6					
108	25,6		Plein.	2/8	»	»	
		2,1					
109	27,7		2/3	4/8	»	»	
		3,3					
110	31		Plein.	2/8	4,75	»	
					Total.	80	

A l'arrivée, l'eau dans la chaudière était au même niveau qu'au départ, c'est-à-dire au haut du tube indicateur; le coke était à $0^m,28$ en contre-bas de la dernière rangée des tubes. Dans le tender, l'eau se trouvait à 1 mètre en contre-bas de l'orifice du trou; la température de l'air était + 3°.

On a pesé le coke restant sur le foyer (64 kil.), et l'on a trouvé par différence, pour la consommation depuis le départ de Kœnigshoffen, 406 kil., soit par kilomètre, non compris l'allumage, $4^k,81$, et en y comprenant l'allumage, $4^k,93$. Consommation d'eau pendant le trajet, 4796 litres.

DEUXIÈME EXPÉRIENCE.

26 novembre 1844.

Machiniste; Chamberlan.

Le *Véloce* a été attelé à un convoi ordinaire de voyageurs avec une voiture de marchandises, dont on lira la composition ci-après. L'expérience consistait à remorquer le convoi pendant les

43 kilomètres qui séparent Mulhouse de Colmar, avec une vitesse moyenne d'environ 28 kilomètres à l'heure, y compris huit stationnements et un ralentissement.

L'allumage s'est fait comme la veille, c'est-à-dire hors de la remise ; il a consommé :

Coke.	120 kil.
Bois.	30
Copeaux. . . .	3

Commencé à 4 heures du matin, il était terminé à 5ʰ45′; la vapeur avait alors 4 atmosphères de tension.

On avait chargé sur le tender le coke restant de l'expérience de la veille, savoir :

Coke neuf.	638 kil.	793 kil.
Coke restant sur le foyer à Kœnigshoffen et à Mulhouse.	155	

Le *Véloce* et son tender ont été remorqués à la station du mouvement.

Composition du convoi remorqué par le Véloce.

	POIDS		
	des voitures.	du chargem.	brut.
	kil.	kil.	kil
1 diligence avec 6 voyageurs. . .	3.077	390	4.007
2 chars à banc avec 25 voyageurs.	5.970	1.625	7.595
3 wagons avec 40 voyageurs. . .	8.166	2.600	10.766
1 wagon à bagages.	5.490	3 000	8.490
1 wagon de marchandises.	3.150	4.500	7.650
Totaux.	26.453	12.115	38.568

LIEUX de passage. Indication des bornes kilométriques.	HEURES des passages.	TEMPS employé à parcourir les distances.	FERMETURE du régulateur.	INDICATION de la détente.	TENSION de la vapeur indiquée par la balance.	OBSERVATIONS.
	h. '				atm.	
110	6 37		0	6.8	»	
109	40	3'	0	*id.*	»	
108	43,5	3,5	0	*id.*	»	
107	45	1,5	Plein.	2/8	»	
St. de Dornach.	»	2,3	»	»	4,5	
Départ.	47,3		1/2	4/8	»	
106	50	2,7	0	6/8	»	
105	52	2	0	*id.*	»	
S. de Lutterbach	54	2	Plein.	2/8	»	
Départ.	55	1	1/2	4/8	»	
104	56	1	0	6/8	»	
103	58,7	1,3	0	*id.*	»	
102	7 0,5	1,8	0	*id.*	»	
101	2	1,5	2/3	*id.*	»	
100	3,1	1,1	*id.*	*id.*	»	
99	4,4	1,3	*id.*	*id.*	»	
98	5,6	1,2	Plein.	*id.*	»	
97	7,2	1,6	1/2	*id.*	»	
96	8,5	1,3	3/4	*id.*	»	
95	9,9	1,4	*id.*	*id.*	»	
94	11,4	1,5	Plein.	*id.*	»	
93	13	1,6	*id.*	2/8	»	
S. de Bollwiller.	14	1	»	*id.*	»	
Départ.	16	2	1/2	4/8	»	
92	18,1	2,1	0	*id.*	»	
		1,5				

LIEUX de passage. Indication des bornes kilométriques.	HEURES des passages.	TEMPS employé à parcourir les distances.	FERMETURE du régulateur.	INDICATION de la détente.	TENSION de la vapeur indiquée par la balance.	OBSERVATIONS.
	h. '				atm.	
91	7 19,6	1',5	2/3	4/8	»	
90	21	1,4	id.	id.	»	
89	22,3	1,3	id.	id.	»	
88	23,8	1,5	id.	id.	»	
87	25,3	1,5	id.	id.	»	
86	27	1,7	Plein.	2/8	»	
S. de Merxheim.	27,5	0,5	id.	»	»	
Départ.	27,9	0,4	0	2/8	»	
85	30,1	2,2	0	6/8	»	
84	31,8	1,7	0	id.	»	
83	33,2	1,4	1/2	id	»	
82	34,6	1,4	id.	id.	»	
81	36	1,4	Plein.	2/8	»	
St. de Rouffach.	37	1	»	4/8	»	
Départ.	39	2	2/3	5/8	»	
80	40,8	1,8	1/2	id.	3,75	
79	42,7	1,9	0	6/8	»	
78	44,4	1,7	1/5	id.	»	
77	45,8	1,4	1/2	id.	»	
76	47,1	1,3	3/5	id.	»	
75	48,6	1,3	Plein.	2/8	»	
S. de Herlisheim.	50.4	1,8	»	»	»	
Départ.	50,8	0,4	1/2	2/8	»	
74	52,2	1,4	0	6/8	»	
73	54,2	2	0	id.	»	
		1,8				

LIEUX de passage. Indication des bornes kilométriques.	HEURES des passages.	TEMPS employé à parcourir les distances.	FERMETURE du régulateur.	INDICATION de la détente.	TENSION de la vapeur indiquée par la balance.	OBSERVATIONS
	h. '	1',8			atm.	
72	7 56		Plein.	2/8	»	
S. d'Eguisheim.	56,8	0,8	»	»	4	
Départ.	58,2	1,4	1/2	2/8	»	(1)
71	59,8	1,6	0	6/8	»	
70	8 1,8	2	0	*id.*	»	
69	3,7	1,9	0	*id.*	»	
68	5,2	1,5	Plein.	2/8	»	
Stat. de Colmar.	7	1,8	»	»	375	

(1) Les roues motrices pivotent légèrement.

Le niveau de l'eau dans la chaudière était comme au moment du départ; la hauteur du feu dans le foyer à peu près à $0^m,27$ en contre-bas de la dernière rangée de tubes.

On a laissé sur le tender le coke qui s'y trouvait; pendant le stationnement on en a chargé 26 pelletées sur le foyer et on a pris de l'eau.

L'expérience a été terminée par le retour de Colmar à Mulhouse en remorquant un convoi composé de la manière suivante :

	POIDS		
	des voitures.	du chargem.	brut
	kil.	kil.	kil.
1 diligence avec 15 voyageurs. .	3.677	975	4.652
1 char à bancs avec 10 voyageurs.	3.517	650	4.167
2 chars à bancs avec 40 voyageurs.	5,970	2.600	8.570
3 wagons avec 50 voyageurs. . .	8.166	3.250	11.416
1 wagon à bagages.	5.490	3.000	8.490
2 wagons de marchandises. . .	6.300	9.000	15.300
Totaux.	33.120	19.475	52.595

LIEUX de passage. Indication des bornes kilométriques.	HEURES des passages.	TEMPS employé à parcourir les distances.	FERMETURE du régulateur.	INDICATION de la détente.	TENSION de la vapeur indiquée par la balance.	OBSERVATIONS.
	h. ′				atm.	
Stat. de Colmar.	10 1		0	»	»	(1)
68	3.5	2′,5	0	6.8	»	
69	5,1	1,6	»	*id.*	4,75	
70	4.3	1,2	1/2	*id.*	»	
71	7,5	1,2	Plein.	2/8	»	
S. d'Eguisheim.	9	1,5	»	6/8	»	
Départ.	9,5	0,5	1/2	*id.*	»	
72	10,4	0,9	0	*id.*	»	
73	12,7	2,3	0	*id.*	»	
74	14,2	1,5	Plein.	2/8	»	
S. d'Herlisheim.	15	0,8	»	»	»	
Départ.	15,6	0,6	0	6/8	5	
75	17,5	1,9	1/2	*id.*	»	
76	19,3	1,8	*id.*	*id.*	»	
77	20,8	1,5	*id.*	*id.*	»	
78	22,1	1,3	*id.*	*id.*	»	
79	23,4	1,3	*id.*	*id.*	»	
80	25	1,6	Plein.	2/8	»	
St. de Rouffach.	26	1	»	»	»	
Départ.	27	1	0	6/8	»	(2)
81	28,5	1,5	0	*id.*	4,25	
82	30,5	2	0	*id.*	»	
83	32,3	1,8	0	*id.*	»	
84	33,7	1,4	0	*id.*	»	
		1,6				

(1) Ciel clair; léger vent du Sud.
(2) Depuis Rouffach, l'orifice d'échappement a été maintenu à son maximum.

LIEUX de passage. Indication des bornes ilométriques.	HEURES des passages.	TEMPS employé à parcourir les distances.	FERMETURE du régulateur.	INDICATION de la détente.	TENSION de la vapeur indiquée par la balance.	OBSERVATIONS.
	h. '	1',6			atm.	
85	10 35,3		Plein.	2/8	»	
		1,7				
de Merxheim.	37		»	»	»	
		0,4				
Départ.	37,4		0	2/8	»	
		0,6				
86	38		0	6/8	4,5	
		2,8				
87	40,8		0	*id.*	»	
		2				
88	42,8		0	*id.*	»	
		1,7				
89	44,5		0	*id.*	»	
		1,6				
90	46,1		0	*id.*	»	
		1,7				
91	47,8		0	*id.*	»	
		1,7				
92	49,5		Plein.	2/8	»	
		1,5				
de Bollwiller.	51		»	»	4,5	
		1,7				
Départ.	52,7		0	2/8	»	
		1,3				
93	54		0	6/8	»	(1)
		2,5				
94	56,5		0	5/8	»	
		1,8				
95	58,3		0	6/8	»	
		1,5				
96	59,8		0	*id.*	4,5	
		1,7				
97	11 1,5		Plein.	2/8	»	
		0,5				
Station Wettolsheim.	2		»	»	»	(2)
		0,5				
Départ.	2,5		1/2	5/8	»	
		2,5				
98	5		0	6/8	5	
		1,8				
99	6,8		0	*id.*	»	
		1,5				
100	8,3		0	*id.*	»	
		1,3				
101	9,6		0	*id.*	»	
		1,4				
102	11		0	2/8	4	(3)
		1,8				

(1) Orifice d'échappement ouvert à moitié.
(2) Orifice d'échappement au premier cran.
(3) Point culminant de la rampe. Niveau de l'eau dans la chaudière milieu ube ; foyer bas. Échappement fermé au maximum.

LIEUX de passage. Indication des bornes kilométriques.	HEURES des passages.	TEMPS employé à parcourir les distances.	FERMETURE du régulateur.	INDICATION de la détente.	TENSION de la vapeur indiquée par la balance.	OBSERVATIONS.
	h. '				atm.	
103	11 12,8	1',8	Plein.	»	»	(1)
104	14,5	1,7	1/2	6/8	»	
S. de Lutterbach	15,3	0,8	Plein.	2/8	»	
Départ.	16,5	1,2	0	2/8	4	
105	18,9	2,4	0	6/8	»	
106	20,5	1,6	Plein.	2/8	»	
St. de Dornach.	22,5	2	»	»	»	
Départ.	26,5	4	0	2/8	»	
107	27,5	1	0	6/8	»	(2)
108	29,7	2,2	0	id.	»	
109	32	2,3	Plein.	6/8	4	(3)
110 Mulhouse.	34,5	2,5	Plein.	2/8		

(1) Embranchement sur Thann.
(2) Orifice d'échappement ouvert à moitié.
(3) Station des ateliers ; ralentissement obligé à cause du pont tournant.

Arrivé à la station de Mulhouse dans de bonnes conditions de marche; le niveau de l'eau dans la chaudière est à environ moitié du tube indicateur. Le feu est à environ $0^m,30$ en contre-bas du dernier rang de tubes. Il restait

Sur le foyer. . . . 61 kil. de coke. } 524 kil. en tout.
Sur le tender. . . . 463 }

Le *Véloce* avait donc consommé 793 — 524 = 269 kil., non compris l'allumage; soit dans le parcours et pendant tous les stationnements, $3^k,12$ par kilomètre. Et si l'on ajoute les 120 kilogrammes pour l'allumage, c'est $4^k,52$ par kilomètre.

Résumé et discussion des expériences.

PREMIÈRE EXPÉRIENCE.

Les circonstances météorologiques dans lesquelles on a opéré sont dans les conditions moyennes de la saison et n'offrent rien de saillant. Pendant le trajet de Mulhouse à Koenigshoffen, la température a varié entre + 3° et + 4°,2C.; pendant le retour entre + 6° et + 2° C. On peut observer toutefois que, durant toute la marche, la température de l'air était au-dessous de la température moyenne de la contrée, environ 10° C., et par conséquent défavorable à la consommation de coke.

Le vent n'a jamais soufflé avec violence ; plusieurs fois il était à peine sensible et il a changé de direction si fréquemment, tantôt favorable et tantôt contraire à la marche du convoi, qu'il doit avoir eu une influence à peine appréciable sur le résultat final. Nous en ferons complétement abstraction.

Consommation de combustible.

On a vu que la consommation de coke pour aller de Mulhouse à Koenigshoffen a été de : 281 kilogrammes non compris l'allumage, soit $2^k,64$ par kilomètre; 441 kilogrammes y compris l'allumage, soit $4^k,14$ par kilomètre; et pour aller de Koenigshoffen à Mulhouse: 406 kilogrammes non compris l'allumage, soit $3^k,81$ par kilomètre; 526 kilogrammes compris l'allumage, soit $4^k,93$ par kilomètre.

Les vitesses moyennes ayant été sensiblement égales dans l'aller et le retour ($34^{kilom.},3$ et $35^k,6$), la différence entre les chiffres de la consommation tient presque uniquement au sens de la pente gé-

nérale du chemin de fer; le convoi descendait la vallée du Rhin pour se rendre à Koenigshoffen, il la remontait pour retourner à Mulhouse.

Si nous réunissons les consommations des deux trajets, nous trouvons : 687 kilogrammes sans l'allumage, soit $3^k,22$ par kilomètre ; 967 kilogrammes avec les deux allumages, soit $4^k,54$ par kilomètre. Enfin, si nous considérons qu'un seul allumage eût suffi, si nous admettons que, durant les 1 h. 50′ de stationnement, on eût brûlé une très-faible partie des 91 kilogrammes restés sur le foyer et que l'on eût économisé moitié de ce qu'on a brûlé pour l'allumage, nous aurons pour consommation totale 907 kilogrammes, soit $4^k,25$ par kilomètre.

Consommation d'eau. En pesant le tender avec les divers abaissements d'eau que l'on avait notés pendant les expériences, on a trouvé

	Abaissement.	Poids du tender.	Consommation d'eau.		
	mét.	kil.	kil.		
A Mulhouse. . .	0,130	8.600	»	»	kil.
A Bollwiller. . .	0.350	8.030	570	Soit par kilom. de marche.	33,53
A Colmar. . . .	0.575	7.230	800	*id.*	32
A Schelestadt. .	0,758	6.510	720	*id.*	31,30
Au départ *id.* .	0.140	8.525	»	»	
A Kœnigshoffen.	0,650	6.950	1.575	*id.*	38,90
Départ *id.* . . .	0,185	8 430	»	»	
Schelestadt. . . .	0,750	6.582	1.848	*id.*	46,05
Départ *id.* . . .	0,135	8.565	»	»	
Colmar.	0,500	7.510	1.035	*id.*	47,95
Mulhouse. . . .	1,000	5.617	1.893	*id.*	44,02

Consommation moyenne d'eau par kilomètre pendant les 100kilom.,5. . . . . $\begin{cases} \text{de Mulhouse à Kœnigshoffen } \frac{3665}{106,5} = 34,46 \\ \text{de Kœnigshoffen à Mulhouse } \frac{4796}{106,5} = 45,03 \end{cases}$

Consommation moyenne d'eau par kilomètre } pendant les 213 k. du trajet total $\frac{8461}{213} = 39,75$

Il résulte de là qu'avec un tender contenant environ 3700 kilogrammes d'eau on pourrait, sans renouveler l'approvisionnement, parcourir : dans les conditions de la descente, 107 kilomètres; dans les conditions du retour, 82 kilomètres; dans les conditions de l'aller et du retour, 92 kilomètres.

Cela posé, si nous comparons entre elles les consommations d'eau et de combustible, nous pourrons connaître les quantités d'eau vaporisées dans la locomotive par kilogramme de coke. En ceci nous ferons abstraction du combustible brûlé pour l'allumage, qui a servi à élever la température de l'eau au point voulu pour la marche de la machine.

Il résulte des chiffres ci-dessus :

1° Que pour aller de Mulhouse à Koenigshoffen, 1 kilogramme de coke correspond à $13^k,04$ d'eau;

2° Que pour retourner de Koenigshoffen à Mulhouse, 1 kilogramme de coke correspond à $11^k,81$ d'eau;

3° Qu'en réunissant les deux trajets, 1 kilogramme de coke correspond à $12^k,31$ d'eau.

D'après Pambour, la quantité d'eau entraînée à l'état liquide est environ 0,24 de la consommation totale, par conséquent les quantités d'eau vaporisées par kilogramme de coke seraient dans ces trois cas respectivement :

$$9^k,81 \quad 8^k,97 \quad 9^k,35.$$

Ces chiffres sont ceux de la vaporisation totale; on sait que Pambour admet la vaporisation effective 0,75 de la première. Le dernier chiffre $9^k,35$ correspond à une consommation de $106^k,9$ de coke par mètre cube d'eau vaporisée, en admet-

tant ici 1000 kilogrammes pour le poids du mètre cube, ce qui est un peu trop à la température où l'eau était dans le tender.

Pour être parfaitement rigoureux, il faut dire encore que ces chiffres comprennent les pertes du tender, car le tender perd toujours un peu; mais ces pertes n'ont pas été grandes dans l'expérience et sont d'une appréciation très-difficile.

Quoi qu'il en soit, ces résultats sont fort avantageux et prouvent en faveur de la construction du générateur de la locomotive.

Reprenant les chiffres de la consommation totale de l'eau et du combustible dans les conditions moyennes de l'aller et du retour, nous trouvons que pour que le *Véloce* puisse traîner la forte charge de 103 tonnes avec une vitesse moyenne d'environ 31 kilomètres à l'heure, sur une distance de 100 kilomètres, sans renouveler son approvisionnement, il suffira que le tender puisse fournir 3375 kilogrammes d'eau et 322 kilogrammes de coke.

Ces chiffres pourraient guider un constructeur pour la capacité à donner au tender du *Véloce*.

Tension de la vapeur. En ce qui concerne la force élastique de la vapeur durant les expériences, nous trouvons d'après les fréquentes observations de la balance que :

Pendant la première moitié du trajet de Mulhouse à Koenigshoffen, la tension dépassait presque constamment 4 atmosphères;

Pendant la seconde moitié, c'est-à-dire pendant que le convoi circulait presque toujours sur une pente ou sur une ligne horizontale, cette tension a varié entre 3 et 3 3/4 atmosphères.

Et que pendant le retour de Koenigshoffen à Mulhouse, c'est-à-dire quand le convoi remontait la vallée du Rhin, la pression de la vapeur a varié généralement entre 4 1/4 et 4 3/4 atmosphères. Elle a même atteint 5 atmosphères.

Il suit de là que la locomotive n'a jamais manqué de vapeur et qu'elle a travaillé dans des conditions bien appropriées aux circonstances.

Action de la détente

Occupons-nous maintenant des conditions de détente avec lesquelles le *Véloce* a marché.

Si, dans le premier trajet, nous faisons abstraction des moments d'arrivée où le régulateur était fermé en plein, et des départs où le mécanisme de détente n'agissait pas; où le tiroir de distribution donnait seul 1/4 de détente par son avance, nous trouvons que la locomotive a passé

avec 6/8 de détente	devant	92	bornes kilométriq.;
avec 5/8	*id.*	7	*id.*
avec 3/8	*id.*	1	*id.*
avec 2/8	*id.*	1	*id.*

Dans le trajet à la remonte vers Mulhouse, si nous défalquons également les moments d'arrivée et de départ, nous trouvons :

6/8 de détente	devant	24	bornes kilométriques;
5/8	*id.*	17	*id.*
4/8	*id.*	41	*id.*
3/8	*id.*	10	*id.*
2/8	*id.*	11	*id.*

Il suit de là qu'à la descente la vapeur n'a eu toute son action qu'une seule fois, à la remonte onze fois. Mais dans ce dernier cas, on a fait un effort uniquement pour gagner du temps, car le ralentissement du convoi ne rendait pas obligatoire la mise en pleine vapeur; il n'y avait pas nécessité d'en agir de la sorte. Pendant les quatre

cinquièmes du trajet à la remonte et notamment aux passages les plus difficiles, aux rampes les plus fortes entre Herlisheim et le point culminant, le *Véloce* a marché avec au moins 4/8 de détente. Il n'était donc pas arrivé à la limite de sa force, bien qu'il remorquât un poids très-considérable.

On remarquera que le maximum d'économie de combustible correspond au plus fréquent emploi du mécanisme de la détente.

Vitesse.

Il nous reste à parler de la vitesse. Nous voyons que pour aller

				VITESSE moyenne par heure.	DURÉE des stationnements.
	kilom.			kilom.	
De Mulhouse à Bollwiller. . .	18	, on a mis	41′	26	2′
De Bollwiller à Colmar. . .	25,	—	42,5	35,3	15,2
De Colmar à Schelestadt. . .	22,	—	38,3	34,4	8,5
De Schelestadt à Erstein.	24,	—	38,1	37,7	3
D'Erstein à Kœnighsoffen.	17,57,	—	26,4	39,7	»
En tout. . .	106,5		186,3	34,3	»
Et si l'on comprend dans la durée du parcours les stationnements					29′,7

on arrive à une vitesse moyenne de 29,5 kilom.

Toutefois, il convient d'observer que le stationnement de Colmar aurait pu être réduit de 5 minutes, ce qui donnerait alors pour vitesse

moyenne, stationnements compris, 30$^{\text{kilom.}}$,2 à l'heure.

Si nous résumons de même l'expérience du retour de Koenigshoffen à Mulhouse, nous trouvons que pour aller

				VITESSE moyenne par heure.	DURÉE des stationnements.
	kilom.			kilom.	
De Kœnigshoffen à Erstein.	17,5,	on a mis	35′	30	3′,2
D'Erstein à Schelestadt..	24,	—	38,3	37,6	7,5
De Schelestadt à Colmar..	22,	—	33,5	39,4	8
De Colmar à Bollwiller..	25,	—	39,7	37,7	5,3
De Bollwiller à Mulhouse..	18,	—	32,5	33,2	»
En tout...	106,5		179	35,6	»
Et si l'on comprend dans la durée du parcours les stationnements.......					24′

on trouve une moyenne de 31$^{\text{kil.}}$,4 à l'heure.

Enfin si l'on réunit les observations des deux trajets, on trouve une vitesse moyenne de 34$^{\text{kil.}}$,98 à l'heure, non compris les stationnements, et 31$^{\text{kil.}}$,5 à l'heure, stationnements compris, lorsqu'on réduit de cinq minutes la durée du stationnement de Colmar.

Nous voyons ainsi que, malgré une plus forte résistance à vaincre, la vitesse moyenne à la montée a surpassé de 4.6 p. o/o la vitesse à la descente. Ce résultat doit être attribué en partie à ce

que la machine était mieux frayée, que les parties du mécanisme étaient mieux chauffées dans la seconde partie de l'expérience que dans la première; mais nous pensons qu'il tient surtout à une plus forte dépense de combustible, 2^k,64 par kilomètre à la descente, 3^k,81 à la montée, soit 44,3 p. o/o de plus dans ce dernier cas. Nous apprenons en effet, par les indications de la balance, que la puissance de la machine avait augmenté dans la seconde partie de l'expérience, puisque la force élastique de la vapeur dépassait généralement 4 atmosphères, tandis que dans la première partie, elle a varié souvent entre 3 et 3 3/4 atmosphères. Enfin, nous savons aussi qu'à la montée, la vapeur a moins agi par expansion qu'à la descente, les deux relevés ci-dessus nous en fournissent la preuve.

Il est intéressant de comparer ces résultats aux consommations des locomotives ordinaires traînant des charges d'environ 40 tonnes avec une vitesse moyenne de 35 kilomètres à l'heure, stationnements non compris, sur les chemins de fer d'Alsace. En de telles conditions, les meilleures machines du système Sharp Roberts à détente par avance du tiroir, ont brûlé moyennement 5.77 kilogrammes de coke par kilomètre, pendant le mois de novembre 1844. On voit donc que, même avec la forte charge de 103 tonnes, le *Véloce* consomme extrêmement peu, puisque nous trouvons une moyenne de 3^k,22.

Mais nous voyons aussi qu'avec une telle charge, la consommation de coke s'accroît rapidement quand l'effort à vaincre augmente, quand par exemple il faut marcher sur une rampe même faible comme celle de Strasbourg, au point cul-

minant de la forêt de Lutterbach. Il y a donc tout lieu de penser que l'on eût obtenu des consommations encore plus fortes, si l'on avait exigé du *Véloce* la vitesse moyenne de 44,6 kilomètres à l'heure, à laquelle on a soumis l'*Espérance* de M. J.-J. Meyer, en octobre 1842, sur la même ligne, mais avec une moindre charge.

DEUXIÈME EXPÉRIENCE.

C'est afin de placer le *Véloce* dans les conditions habituelles des locomotives employées sur les chemins de fer d'Alsace, qu'on a fait l'expérience du 26 novembre 1844.

Ici les circonstances météorologiques ont été un peu moins favorables, dans la première partie surtout, car il faisait plus froid; mais le vent n'a pas été plus gênant que dans l'expérience du 25, en sorte que son influence sur le résultat final n'est guère appréciable.

Consommatio[n] de combustibl[e]

La consommation moyenne de coke par kilomètre, a été de $1^k,32$, non compris l'allumage, et de $4^k,52$, allumage compris.

Pour être dans le vrai, nous ferons observer qu'on ne saurait faire supporter les 120 kilogrammes de coke d'allumage à un trajet de 86 kilomètres seulement, mais qu'il convient de réduire cette quantité dans la proportion du travail ordinaire des locomotives qui était 156 kilomètres par jour en novembre dernier. Si un allumage de 120 kilogrammes suffisait à un parcours de 156 kilomètres, un parcours de 86 kilomètres n'en a pour sa part que 58 kilogrammes; dès lors la consommation moyenne, allumage compris, ne sera plus que $3^k,80$.

Enfin il ne faut pas omettre que parmi le coke

chargé sur le tender, il s'en trouvait 155 kilogrammes qui avaient été retirés du foyer dans l'expérience de la veille, et qui par conséquent pouvaient avoir perdu environ un tiers de leur puissance calorifique. Si l'on avait employé tout ce coke dans l'expérience du 26, il conviendrait de faire une déduction d'environ 54 kilogrammes de coke; mais comme le coke retiré du foyer était mélangé avec l'autre, il n'est guère possible d'apprécier la réduction à opérer. Toutefois il est certain que même les chiffres de $3^k,12$ et $3^k,80$, tout faibles qu'ils sont, devraient encore être réduits.

Tension de la vapeur. Pendant le trajet de Mulhouse à Colmar, la balance indiquait pour la force élastique de la vapeur une variation entre 3 3/4 et 4 1/2 atmosphères; pendant le retour, cette force élastique n'est jamais descendue au-dessous de 4 atmosphères; elle a été ordinairement de 4 1/2 à 4 3/4 atmosphères, condition analogue à celle de l'expérience du 25.

Action de la détente. En ce qui concerne l'action de la détente, nous trouvons, en faisant abstraction des moments d'arrivée et de départ, qu'à la descente la locomotive a passé avec

6/8	de détente devant	28	bornes kilométriques,
5/8	*id.*	1	*id.*
4/8	*id.*	6	*id.*
		35	

la vapeur n'agissant en plein qu'au départ.

Et qu'à la remonte, le *Véloce* a passé avec

6/8	de détente devant	33	bornes kilométriques;
5/8	*id.*	1	*id.*
2/8	*id.*	1	*id.*
		35	

C'est-à-dire que, dans la dernière partie de l'expérience, la vapeur a presque constamment agi avec le maximum d'expansion. Il est même à remarquer que l'on a démarré quatre fois avec 6/8 et une fois avec 5/8 de détente; les autres fois avec le minimum 2/8.

Ce résultat est d'autant plus remarquable que les charges à trainer à la descente et à la montée étaient entre elles à peu près comme 38 à 52, et que, par conséquent, dans la deuxième partie de l'expérience, la machine devait exercer un effort beaucoup plus grand que dans la première.

Dans l'expérience dont il s'agit le *Véloce* est allé

Vitesses.

De Mulhouse à Colmar, } 43 kilom. en 80',5
non compris. . . . . 9'5 de stationnement.
Vitesse moyenne. . . . . 32 k. à l'heure.
Et de Colmar à Mulhouse, } 43 kilom. en 8',56
non compris. . . . . 7',9 de stationnement.
Vitesse moyenne. . . . . 30,1 à l'heure.

et si nous comprenons la durée des stationnements, la vitesse moyenne est dans le premier cas 28$^{kilom.}$,6 à l'heure.

Dans le second cas 27,5 à l'heure.

La vitesse moyenne générale, en réunissant les deux parties de l'expérience, est:

Non compris les stationnements 31 k. 1 à l'heure,

Compris les stationnements 28, 1 à l'heure.

Il résulte de ces chiffres que, dans les conditions habituelles de charge et de vitesse des convois ordinaires, le *Véloce* a consommé beaucoup moins de coke que les meilleures machines à détente fixe, grâce sans doute à l'action du mécanisme de la

détente variable qui a presque constamment exercé le maximum de sa puissance.

Les deux locomotives du système Sharp Roberts qui ont le moins consommé pendant le mois de novembre, ont une moyenne de 5k.77 par kilomètre; le *Véloce* n'ayant brûlé que 3k.80, c'est 37 p. 0/0 de moins.

Le rapprochement des consommations de coke pendant les expériences du 25 et du 26 offre également de l'intérêt. Ici nous ferons abstraction de la quantité brûlée pour l'allumage, qui est constante, et nous nous bornerons aux consommations pendant la marche.

Les chiffres moyens sont 3 k. 22 et 3k. 12 par kilomètre. Cette faible différence obtenue avec des charges tellement inégales et avec des vitesses moyennes de 34.98 kilomètres à l'heure pour la forte charge, et 31,1 kilomètres pour la faible charge, nous apprend qu'il y a surtout avantage dans l'emploi du *Véloce* quand on lui fait remorquer des convois très-pesants.

Conclusion.

La commission n'a point à s'occuper des grands avantages qu'offre en général le principe de la variation de détente dans son application aux locomotives, ces avantages n'étant plus contestés depuis les travaux de M. J.-J. Meyer. Elle bornera ses observations au *Véloce*, aux faits dont on vient de rendre compte et à la discussion des résultats obtenus dans les expériences des 25 et 26 novembre 1844. Cet ensemble conduit la commission aux conclusions suivantes:

1° Le *Véloce* est une heureuse application du principe de la détente variable;

2° La locomotive, notablement simplifiée par la transmission directe du mouvement au tiroir de distribution, ne reçoit pas une grande complication par le mécanisme de la variation de détente.

3° Ces modifications de l'appareil ne doivent donc pas avoir beaucoup d'influence sur l'entretien et sur les réparations;

4° Les perfectionnements de la machine par la transmission directe du mouvement et par l'augmentation de la surface de chauffe ont eu sans doute leur influence sur le résultat des expériences; mais ces résultats doivent être attribués principalement au travail de la machine par expansion;

5° Le travail du *Véloce* se distingue surtout par une grande économie de combustible, même avec de très-fortes charges; 3k.22 par kilomètre en moyenne dans l'expérience du 25; 3k.12 dans l'expérience du 26;

6° La faible différence de ces deux chiffres, malgré la grande différence dans les poids des convois, prouve que l'emploi du *Véloce* serait particulièrement utile quand il s'agit de fortes résistances à vaincre, tels par exemple qu'un grand service de marchandises ou qu'un chemin de fer offrant de fortes rampes.

7° Au delà d'une certaine limite d'effort à produire, l'économie serait moins grande.

8° Pour les circonstances habituelles des convois de voyageurs, le poids de la locomotive dont il s'agit est trop considérable ; mais pour de lourdes charges à traîner, ce grand poids n'étant plus une imperfection, ce serait un motif de plus pour employer le *Véloce* au remorquage des fortes charges.

TABLEAU D.

Fosse d'Aout. — *Galerie à travers bancs, niveau de 350 mètres.*

DATES.		1° MÉTHODE ORDINAIRE.					DATES.		2° MÉTHODE PAR L'EMPLOI des fusées de sûreté.				
		Nombre de journées d'ouvriers par 24 heures.	Nombre de coups de mine par 24 heures.	Nombre de coups de mine ratés.	Poudre.	Avancement.			Nombre de journées d'ouvriers par 24 heures.	Nombre de coups de mine par 24 heures.	Nombre de coups de mine ratés.	Poudre.	Avancement.
1844. Juillet.	1	4	8	»	»		1844. Juillet.	12	4	6	»	»	
	2	4	8	»	»	»		13	4	7	»	»	»
	3	4	5	3	»	»		15	4	7	»	»	»
	4	4	7	2	»	»		16	4	8	»	»	»
	5	4	6	»	»	»		17	4	8	»	»	»
	6	4	3	»	»	»		18	4	9	»	»	»
	7	4	6	1	»	»		19	4	7	»	»	»
	8	4	7	»	»	»		20	4	8	»	»	»
	9	4	6	»	»	»		21	4	8	»	»	»
	10	4	8	1	»	»		22	4	9	»	»	»
	11	6	8	2	»	»							
Totaux.		46	72	9	7k.	3m.	Totaux.		40	77	»	6k,5	3m.

Le tableau D résume l'expérience faite dans une galerie à travers bancs de 2m.15 de largeur sur autant de hauteur; les terrains connus sous le nom de rocs, présentaient une dureté très-grande; ils inclinaient au sud de 45°.

Les résultats obtenus sont les suivantes pour 5m. cub. 186.

PREMIÈRE MÉTHODE.

46 journées d'ouvriers	à 2 fr. 50 c. = fr. 115	}	fr. 129,70
7 kilog. de poudre	à 2 fr. 10 c. = fr. 14,70	}	

DEUXIÈME MÉTHODE.

40 journées d'ouvriers. . . à 2 fr. 50 c. = fr. 100 }
6k,50 de poudre. . . . . à 2 fr. 10 c. = fr. 13,65 } fr. 117,65
40 mètres courants de fusées à 0 fr. 10 c. = fr. 4 }

Ces différents chiffres font reconnaître, en faveur des fusées de sûreté une économie de 9.28 p. 0/0 sur la dépense totale d'abattage.

Le résultat d'autres essais figure dans le tableau E; les terrains connus sous le nom de *Cuerelles*, présentaient avec une dureté moyenne, une inclinaison de 75°; la galerie était établie sur une largeur de 2m.50 et une hauteur de 2m. 25.

TABLEAU E.

FOSSE D'AOUST. *Galerie à travers bancs, niveau de* 350m.

DATES.		1° MÉTHODE ORDINAIRE. Nombre de journées d'ouvriers par 24 heures.	Nombre de coups de mine par 24 heures	Nombre de coups de mine ratés.	Poudre.	Avancement.	DATES.		3° MÉTHODE PAR L'EMPLOI des fusées de sûreté. Nombre de journées d'ouvriers par 24 heures.	Nombre de coups de mine par 24 heures.	Nombre de coups de mine ratés.	Poudre.	Avancement.
844. illet.	1	4	5	»	»	»	1844. Juillet.	13	4	4	»	»	»
	2	4	6	»	»	»		14	4	6	»	»	»
	3	4	5	3	»	»		15	4	4	»	»	»
	4	4	4	2	»	»		16	4	3	»	»	»
	5	2	2	»	»	»		17	4	4	»	»	»
	6	4	4	»	»	»		18	4	3	»	»	»
	7	4	5	1	»	»		19	4	3	»	»	»
	8	4	5	»	»	»		20	4	3	»	»	»
	9	6	7	»	»	»		21	4	5	»	»	»
	10	6	8	1	»	»		22	4	5	»	»	»
	11	6	9	4	»	»			»	»	»	»	»
otaux.		48	60	11	3,5	3m.	Totaux.		40	40	»	3k,5	3m.

Les résultats pour 16$^{m. cub.}$875 sont les suivants :

PREMIÈRE MÉTHODE.

48 journées d'ouvriers	à 2 fr. 50 c. = fr. 120	}	fr. 131,55
5^k,50 de poudre. . .	à 2 fr. 10 c. = fr. 11,55	}	

DEUXIÈME MÉTHODE.

40 journées d'ouvriers. . .	à 2 fr. 50 c. = fr. 100	}	fr. 109,35
3^k,50 de poudre.	à 2 fr. 10 c. = fr. 7,35	}	
20 mèt. courants de fusées	à 0 fr. 10 c. = fr. 2	}	

Il resulte de ces différents chiffres, en faveur des fusées de sûreté, une économie de 16,95 p. o/o sur la dépense totale d'abattage.

Les essais relatifs aux tableaux D et E donnent pour résultat moyen une économie de 13,115 p. o/o ; ce chiffre comparé à celui obtenu par la moyenne des deux premiers tableaux B et C, reconnu égal à 12,50, prouve en faveur de l'exactitude de nos opérations.

Le tableau F complète la série de nos expériences ; la dernière a été faite à une fosse en creusement dans le banc d'argile plastique faisant partie des morts terrains.

L'ouverture de la fosse était établie sur un diamètre de 3^m,60.

Les résultats pour 101$^{m. cub.}$,768 sont les suivants :

PREMIÈRE MÉTHODE.

110 journées d'ouvriers	à 2 fr. 50 c. = fr. 275	}	fr. 294,95
9^k,50 de poudre. . .	à 2 fr. 10 c. = fr. 19,95	}	

DEUXIÈME MÉTHODE.

108 journées d'ouvriers	à 2 fr. 50 c. = fr. 270	}	fr. 286,10
6 kilog. de poudre. .	à 2 fr. 10 c. = fr. 12,60	}	
35 mètres de fusées. .	à 0 fr. 10 c. = fr. 3,50	}	

On obtient en faveur des fusées de sûreté une économie de 3 p. o/o sur la dépense totale d'abattage.

TABLEAU F.

Fosse Saint-Louis, *Approfondissement.*

ATES.		1° MÉTHODE ORDINAIRE.					DATES.		2° MÉTHODE PAR L'EMPLOI des fusées de sûreté.				
		Nombre de journées d'ouvriers par 24 heures.	Nombre de coups de mine par 24 heures.	Nombre de coups de mine ratés.	Poudre.	Avancement.			Nombre de journées d'ouvriers par 24 heures.	Nombre de coups de mine par 24 heures.	Nombre de coups de mine ratés.	Poudre.	Avancement.
4. em-e.	21	10	8	»	»	mèt. 1	1844. Septembre.	10	15	1	»	»	mèt. 1,50
	24	15	5	»	»	1,25		11	15	2	»	»	1,50
	25	15	12	»	»	1,25		12	4	3	»	»	0,50
	26	15	12	1	»	1,15		13	15	10	»	»	1,25
	27	15	12	2	»	1,25		14	14	11	»	»	1
	28	15	10	»	»	1,50		15	15	9	1	»	1,25
	29	15	11	2	»	1,25		16	15	9	»	»	1,50
	30	10	4	»	»	1,25		17	15	11	»	»	1,50
TAUX.		110	74	5	9k,5	10m	TOTAUX.		108	56	1	6k.	10m.

Laissant en dehors le résultat de cette dernière opération faite dans un cas tout exceptionnel et très-rare, et nous reportant aux quatre tableaux B, C, D, E, nos essais font reconnaître, en faveur des fusées de sûreté, une économie moyenne de 12,73 p. o/o sur la dépense totale d'abattage, ou de 1 fr. par mètre cube de roche à faire sauter.

Dans le cours des expériences précédentes, nous n'avons remarqué aucun inconvénient sérieux; les coups de mine avec l'emploi des fusées, ont raté quelquefois, il est vrai, mais beaucoup moins que par la méthode ordinaire, dans le rapport de 1 à 10, comme le constatent les tableaux.

Trois causes contribuent généralement à faire rater les fusées.

1° Le défaut de soins de la part des ouvriers, soit lors de la ligature de la fusée avec la cartouche soit lors de l'opération du bourrage.

2° Le raccord des bouts de fusées où la poudre manque sur une longueur de $0^m,10$ à $0^m,15$.

3° Les solutions de continuité qui existent quelquefois dans le filet de poudre.

On remédie aux premiers inconvénients signalés en faisant fixer la fusée à la cartouche, soit au moyen de quelques-uns des fils goudronnés qui l'enveloppent extérieurement, soit au moyen d'un bout de ficelle; il est en outre convenable que la cartouche soit conduite jusqu'au fond du trou avec le bourroir, afin d'empêcher que la fusée ne retombe et ne se replie sur elle-même.

Les matières employées pour le bourrage doi-

vent être des roches tendres ou des argiles séchées et réduites en poussière; par l'emploi de telles matières, le bourrage, quelque fort qu'il soit, ne diminue en rien l'activité avec laquelle le feu se communique au bas de la cartouche; on doit éviter avec soin les fragments de roches quartzeuses qui déchireraient les fusées.

Le second inconvénient peut être écarté à la seule inspection de chaque paquet de fusées avant leur emploi; les raccords s'aperçoivent facilement, il suffit de les couper et de sacrifier ainsi de 0^{m},15 à 0^{m},20 de fusée; c'est à peine si l'on trouve un raccord sur 20 paquets.

La solution de continuité a paru aux yeux des ouvriers, un inconvénient plus grave; ils ont cru remarquer que le coup de mine ne partait, dans certains cas, que 10 ou 15 minutes après avoir mis le feu; ils en ont recherché la cause et ont cru la reconnaître dans le défaut de confection des fusées lors d'une solution de continuité.

On pouvait croire en effet que le feu, au lieu d'être porté instantanément à la charge, se trouvait arrêté au-dessus du vide dans la fusée, se communiquait ensuite circulairement aux deux enveloppes avec une combustion lente, parvenait insensiblement à se propager à la poudre au-dessous de la solution de continuité et pouvait arriver également ainsi à se communiquer à la charge, après un certain espace de temps plus ou moins long.

Dans une pareille hypothèse, les ouvriers mineurs verraient leur sécurité compromise toutes les fois qu'un coup de mine viendrait à rater,

puisqu'ils auraient à craindre pendant un laps de temps plus ou moins long l'effet du coup de mine.

Afin de reconnaître pratiquement si l'inflammation du filet de poudre s'arrête à la solution de continuité, ou se transmet au dessous par les enveloppes de la fusée en combustion, nous nous sommes livrés à une série d'expériences rapportées ici succinctement.

A l'air libre la fusée brûle son enveloppe en la réduisant en cendre.

Dans un trou de mine, sans charge, avec un bourrage beaucoup plus faible qu'il n'a lieu généralement lors de l'abattage des rochers à la poudre, la fusée brûle son enveloppe sur la longueur qui lui sert de mèche et s'éteint à l'entrée du trou ; à partir de là, la poudre seule continue à brûler.

Un grand nombre d'expériences successives faites comme il vient d'être dit, avec des circonstances d'un faible bourrage, sur des quartiers de roche d'un mètre cube, cassés une demi-heure après l'explosion, a fait en outre connaître que les deux enveloppes de chaque fusée se sont conservées intactes sans la moindre trace de combustion ; la première partie de l'enveloppe, celle en contact avec la poudre, s'est trouvée seule un peu noircie.

Pour compléter ces expériences, nous avons pratiqué sur six fusées une incision afin d'enlever une certaine partie de poudre, en établissant ainsi une solution de continuité. Chacune de ces fusées a été mise, comme on vient de le dire, dans un

état d'imperfection avec une solution de continuité sur différentes longueurs, comprises entre 0^{m},01 et 0^{m},06.

Les coups de mine chargés comme d'ordinaire avec ces fusées, ont raté; deux heures après, les quartiers de roche ont été brisés et l'on a reconnu que le feu s'était arrêté précisément à la naissance de la solution de continuité, sans que les fils extérieurs de chaque fusée aient subi la moindre altération.

De ces diverses expériences faites avec soin et répétées depuis avec les mêmes résultats, on doit conclure que le feu ne peut se transmettre à la charge par les enveloppes d'une fusée présentant une solution de continuité, attendu que ces enveloppes se sont conservées intactes sans traces de combustion; il est rationnel de penser que cet effet doit être attribué à la compression des fusées et à la privation d'air.

L'inconvénient redouté par les ouvriers, celui de la possibilité de l'inflammation d'un coup de mine longtemps après la mise en feu, disparaît donc complétement.

De tout ce que nous venons d'exposer, on doit conclure que les fusées de Bickford peuvent être employées avec d'autant plus d'avantage que leur confection sera plus soignée; ce mode triomphera complétement de la routine des ouvriers, puisqu'il offre tout à la fois sécurité pour eux et économie sur l'ensemble des frais d'abattage.

Nous terminerons en ajoutant que ce système exclusivement employé aux mines d'Aniche de-

puis 5 mois, a donné constamment de bons résultats appréciés à leur juste valeur par les ouvriers les plus capables.

DESCRIPTION

D'une machine à descendre les ouvriers dans les mines (1).

Par M. COMBES, ingénieur en chef des mines.

Machine à descendre les ouvriers dans les mines.

Les ouvriers descendent ordinairement dans les mines et en sortent, soit par des échelles verticales ou inclinées, soit en se plaçant dans les tonnes ou sur des siéges particuliers suspendus aux câbles d'extraction. Dans les mines de houille du département de la Loire, dans la plupart des houillères profondes de l'Angleterre et de la Belgique, les ouvriers descendent et montent habituellement par les tonnes. A Anzin ce mode d'ascension et de descente est interdit. Il est aussi prohibé par les règlements dans les houillères de la Prusse. Il n'est pas usité dans les mines métalliques profondes du comté de Cornwall, du Hartz et de l'Erzgebirge. Dans ces mines, dont plusieurs ont au delà de 400, et même quelques-unes jusqu'à 700 mètres de profondeur, les ouvriers montent et descendent par des échelles. Ils dépensent ainsi pour descendre et surtout pour sortir chaque jour de la mine, une très-grande partie du travail qu'ils sont capables de fournir; ce ne

(1) Avant de publier la notice de M. Abel Warocqué, qu'on lira ci-après, page 333, on a cru devoir indiquer les moyens employés depuis plusieurs années au Hartz pour arriver au but que M. Warocqué s'est proposé. Les détails qu'on va lire sont extraits du tome III, encore sous presse, du Traité de l'exploitation des mines par M. Combes. R.

sont même que les hommes jeunes et vigoureux qui peuvent supporter la fatigue de ces voyages.

En 1831, M. Albert appela l'attention des officiers des mines du Hartz sur le dépérissement prématuré de la constitution des ouvriers qui travaillaient dans les mines les plus profondes, tels que le puits Samson à Andreasberg, et le puits du duc Georges Wilhelm à Clausthal. Il invita tous les mécaniciens à rechercher des moyens mécaniques qui permissent de descendre les ouvriers dans les mines, et surtout de les remonter sans danger. C'est en effet l'ascension qui donne lieu à une très-grande fatigue et à une perte de temps très-considérable. La descente est naturellement bien plus aisée et plus rapide.

M. Dörell, alors juré à Zellerfeld, proposa en 1833 d'utiliser la puissance motrice d'une roue hydraulique qui était devenue disponible, par suite de l'achèvement d'une galerie d'écoulement, pour remonter les ouvriers du fond, au moyen d'un système de deux tirants en bois établis dans le puits parallèlement et à une petite distance l'un de l'autre depuis la surface jusqu'au fond, et qui recevraient de la roue hydraulique un mouvement rectiligne alternatif. La machine imaginée par M. Dörell fut exécutée dès la même année 1833 dans le grand puits du Spiegelthal, profond de 96 lachter, soit 200 mètres; elle a été décrite dans le tome *X* de l'*Archiv* de M. Karsten, a fait constamment un bon service depuis cette époque, et a été installée sur plusieurs autres puits du Hartz. Elle est représentée par les *fig.* 1 et 2, *Pl. VIII*. Les deux tirants parallèles AA', BB', sont suspendus aux extrémités de deux leviers coudés

qui reçoivent de la roue hydraulique un mouvement alternatif en sens inverses l'un de l'autre, et sont disposés dans des plans verticaux distants de 28 pouces ($0^m,70$ environ). Les tirants du grand puits du Spiegelthal sont formés de tiges en bois de pin de 8 mètres environ de longueur, $0^m,15$ de largeur et 0,11 d'épaisseur. Deux tiges semblables sont juxtaposées et taillées sur les faces qui se touchent de manière à présenter une série alternative de creux et de saillies rectangulaires, les parties saillantes de l'une des pièces remplissant exactement les creux de la pièce opposée. Les tiges jumelles sont d'ailleurs placées de manière que l'une finisse vis-à-vis le milieu de l'autre, de façon à ce que les joints horizontaux ne se correspondent pas. Aux endroits où deux tiges se touchent par le bout sont appliquées des bandes de fer *b, b,* de $0^m,50$ de longueur, noyées dans l'épaisseur du bois, et fixées par deux boulons à vis qui traversent les pièces jumelles. L'ensemble forme un tirant continu très-solide uni extérieurement, et dont la section est un rectangle de $0^m,116$ de largeur sur $0^m,18$ d'épaisseur. Ces deux tirants sont placés dans un compartiment du puits avec des échelles fixes entre deux, ainsi que l'indiquent les *fig.* 1 et 2. Des planchers horizontaux sont établis à des distances de 10 à 15 mètres. Des marches *d,d,d,* sur lesquelles les ouvriers placent leurs pieds, sont fixées aux deux tirants à des distances égales au double de l'amplitude du mouvement alternatif de chacune des tiges, laquelle est de $1^m,25$ dans la machine du Spiegelthal. Elle a été portée, dans d'autres machines, à $1^m,50$ ou 2 mètres. Chaque marche consiste en une planche horizontale posée sur le prolongement de deux

pièces de fer courbées suivant un angle obtus, appliquées sur les faces latérales opposées du tirant, réunies par un boulon à vis qui traverse les deux parties dont la tige se compose, et qui sert en même temps à les consolider, et par un autre boulon ou pièce de fer plate placée en avant du tirant. Des poignées *g*, *g*. *g*, en fer sont établies à la hauteur convenable au-dessus des marches pour que l'ouvrier puisse les saisir avec la main. Les marches et les poignées sont disposées alternativement sur les deux faces opposées des tirants, de plancher en plancher. Les ouvriers arrivés à la hauteur d'un plancher abandonnent les tirants et en font le tour, pour se placer de l'autre côté. Les tirants sont guidés par des rouleaux *k*,*k*, placés du côté opposé à celui sur lequel sont appliquées les marches et les poignées, et par conséquent alternant d'un côté à l'autre. Ces rouleaux ont $0^m,30$ de diamètre et une longueur de $0^m,26$; ils sont pourvus de rebord en fer fondu. Dans la partie où ils s'appuient sur ces rouleaux, les tirants sont armés de bandes de fer $\alpha\beta$. Tous ces détails sont suffisamment indiqués dans les *fig.* 1 et 2, où *a*, *a*, *a*, désignent les planchers. Les tiges sont en outre garnies sur leur longueur, qui est d'environ 200 mètres, de cinq systèmes de patins analogues à ceux que l'on adapte aux maîtresses tiges des pompes d'épuisement qui se trouvent au-dessus d'un pareil nombre de systèmes de fortes moises, afin qu'au cas très-peu probable de rupture des tirants, la partie détachée ne pût jamais tomber que d'une hauteur tout au plus égale à l'amplitude d'une excursion.

Lorsque les ouvriers veulent remonter, la machine, à un signal donné du fond, est mise en

mouvement par le machiniste placé à la surface, qui règle la quantité d'eau versée sur la roue hydraulique, de manière à ce que chaque tirant fasse à peu près 10 excursions par minute. Chacun des ouvriers qui veut monter se place sur la marche la plus basse de celui des tirants qui est au bas du puits, au moment où il y arrive. Une levée de ce tirant l'élève de 1^{m},25. A ce moment, il y a un *point mort* et par suite un petit temps d'arrêt. L'ouvrier en profite pour passer sur la dernière marche du tirant opposé qui est alors à la même hauteur que celle sur laquelle il se trouve. Il est encore élevé de 1^{m},25 jusqu'à un second *point mort*; il repasse sur le premier tirant et arrive ainsi après 8 levées au niveau du plancher. Là il est averti par l'absence d'une marche sur le tirant parallèle, qu'il doit descendre sur le plancher et faire le tour des tirants, afin de continuer son ascension en se plaçant du côté opposé. Les échelles fixes placées entre les deux tirants serviraient en cas d'accident. L'ouvrier peu habitué à la manœuvre pourrait s'y reposer, s'il était troublé, comme aussi il peut, dans le cas où, la machine allant trop vite, il aurait laissé passer le point mort, rester sur le tirant où il est et se laisser redescendre et remonter avec lui.

La machine que nous venons de décrire, d'après M. Dörell, sert à la fois à la descente et à la montée des ouvriers. Il paraît cependant qu'il est actuellement défendu de descendre par la machine, parce que le poids des ouvriers descendants pourrait imprimer au système une vitesse considérable, pour peu que l'on ne manœuvrât pas convenablement les freins, et donner lieu ainsi à des accidents. Pour éviter de trop charger les tirants à la

remonte, on ne permet pas à plus de vingt ouvriers de monter en même temps.

L'appareil du puits du Spiegelthal ayant donné de bons résultats, une machine analogue fut établie en 1835 dans le puits du duc Georges Wilhelm jusqu'à la profondeur de 200 lachter, soit 400 mètres au dessous de la surface. Ce puits étant incliné de 70°, les tirants parallèles durent porter sur des rouleaux posés sur le mur, et par conséquent lès marches durent être toutes appliquées sur les faces de ces tirants tournées du côte du toit. Afin d'éviter de trop charger l'appareil, et de rendre impossibles des chutes d'une trop grande hauteur, on n'a appliqué de marches que sur des longueurs de 10, 16 ou 24 mètres, séparées par des intervalles à peu près égaux, dépourvus de marches, et que les ouvriers franchissent en se servant des échelles ordinaires placées à côté de l'appareil.

Tirants en fil de fer du puits Samson, à Andreasberg.

En 1836, on s'occupa de projets de machines analogues à établir dans des puits encore plus profonds, celui dit *Schreibfeder schacht* et le puits Samson d'Andreasberg. Ici on craignit que des appareils exécutés comme ceux qui existaient déjà n'eussent un poids trop considérable, et l'on résolut, en conséquence, d'essayer de remplacer les tirants en bois par des échelles en fil de fer. Les *fig*. 3, 4 et 5 représentent l'appareil placé dans le puits Samson d'Andreasberg, qui avait atteint au mois de novembre 1841, la profondeur verticale de 751 mètres, et que l'on comptait approfondir encore jusqu'à 864 mètres. Ce puits est foncé dans le filon du même nom. A partir du jour, son inclinaison est de 85 degrés. A 380 mètres de profondeur, il devient vertical; à 540 mètres, l'inclinaison est encore de 85 degrés, mais en sens inverse de

celle qui existe près de la surface. Enfin à 600 mètres, le filon est redevenu et paraît demeurer vertical.

Les tirants de la machine placée dans ce puits sont formés de deux câbles parallèles en fil de fer de 3 millimètres environ de diamètre. Le nombre des fils décroît à mesure que la profondeur augmente. A la surface chaque câble est composé de 36 fils; au fond du puits, à 751 mètres, il n'en a plus que 12. Les tirants parallèles entre lesquels sont placées des échelles fixes, sont reliés l'un à l'autre de distance en distance par des chaînes en fer jumelles passant sur de larges poulies à deux gorges qui sont évidées dans le milieu de leur épaisseur, pour laisser passer les tirants ainsi que le représentent les *fig*. 3 à 5. Ceux-ci sont liés aux chaînes par des blocs de bois debout *p*, *p*, entre lesquels les câbles sont fortement serrés par des boulons à vis, et qui jouent en même temps le rôle de patins qui empêcheraient, en cas de rupture, la partie rompue de tomber d'une hauteur plus grande que celle d'une excursion. Ce système de liaisons a en outre le très-grand avantage d'équilibrer les tirants l'un par l'autre à diverses hauteurs, et par conséquent de décharger les points d'attache supérieurs et les parties supérieures des câbles, du poids des parties inférieures.

Les supports des marches *a*, *a*, distantes entre elles de 3^{m},20, et les poignées en fer *b*, *b*, placées au-dessus des marches, sont liées aux deux câbles d'un même tirant par des fils de fer. Les câbles des tirants reposent sur des rouleaux en fonte qui leur servent de guides. Les poulies *x* sont placées entre deux planchers comme l'indiquent les *fig*. 3 et 4. Les ouvriers franchissent l'intervalle qui les sépare

au moyen de l'échelle C placée sur le côté. L'excursion des tirants est de $1^m,60$.

Machine établie sur la mine de Trésavean.

A peu près à la même époque, où l'on construisait au Hartz la machine de M. Dörell, on s'occupait, dans le Cornwall, de construire un appareil qui permît de descendre et de remonter les ouvriers dans les puits des mines profondes de ce pays. On s'arrêta à un système de forts tirants en bois, analogues aux maîtresses tiges des pompes d'épuisement, que l'on plaça à côté l'un de l'autre, et auxquels une machine à vapeur imprima un mouvement alternatif. Les *fig.* 6 et 7, *Pl. VIII*, représentent la disposition de la machine de Tresavean, pour monter les ouvriers d'une profondeur de 240 fathoms ($439^m,20$), d'après un modèle existant dans le muséum de géologie de Londres. Ce dessin pris en Angleterre par MM. Boty, Glépin et Guibert, m'a été communiqué par M. Rainbeaux. T, T', sont les deux tirants suspendus dans le puits par les tiges en fer CD, CD, articulées en D, et qui sont liées aussi à articulation aux bouts des leviers coudés ABC, mobiles autour des axes B, B. Les bras inférieurs A, A, de ces leviers sont liés entre eux par les tiges EE, et reçoivent du moteur un mouvement alternatif par l'intermédiaire de la bielle L et d'un autre levier coudé M'M. Aux tirants TT' sont fixés des plateaux en bois distants entre eux d'un intervalle égal à la demi-amplitude de l'excursion de chacun des tirants. Ces plateaux remplissent la section du puits rectangulaire, qui se trouve ainsi divisé en compartiments ou cellules mobiles dans lesquelles se placent les ouvriers qui veulent entrer dans la mine ou en sortir. Le moteur est vraisemblablement une machine à vapeur à double *cataracte*, qui produit, à chaque *point mort*, un léger temps

d'arrêt pendant lequel les ouvriers passent du plateau sur lequel ils sont, sur le plateau qui se trouve alors amené vis-à-vis d'eux.

Les *figures* 1 et 2 ne donnent d'ailleurs qu'une idée générale de la machine dont je n'ai pas les dessins complets. Les tirants sont certainement guidés par des moises ou des rouleaux, comme le sont les maîtresses tiges des pompes. Ils doivent être munis de patins, et équilibrés l'un par l'autre, à diverses hauteurs, par l'intermédiaire de balanciers accouplés, ou au moyen de chaînes passant sur des poulies analogues à celles dont on a fait usage dans la machine du puits Samson d'Andreasberg, et qui sont représentées dans les *fig.* 3 à 5. Il est facile, d'après ce qui précède et les descriptions des machines du Hartz, de suppléer à ce qui manque dans les dessins de celle de Tresavean.

DESCRIPTION

D'un appareil destiné à faire descendre les ouvriers dans les mines.

Par M. ABEL WAROCQUÉ.

Peu de mois s'écoulent sans que l'on ait à déplorer la perte d'ouvriers mineurs, victimes de l'imperfection des moyens employés pour les descendre dans les travaux souterrains et les remonter à la surface du sol. Les uns périssent précipités dans les bures par la rupture de la corde qui les supporte, ou par celle de la machine qui la fait mouvoir, ou enfin par la rencontre des tonneaux ou cuffats qui se croisent : les autres sont obligés de renoncer à leur état, ou sont enlevés dans la force de l'âge, par la fatigue excessive qu'occasionne l'emploi des échelles, ou par les maladies de poitrine qui en sont la conséquence.

Nous n'indiquons que bien rapidement ici les suites funestes de l'emploi des tonneaux et des échelles qui sont les moyens le plus généralement en usage. Les inconvénients qu'ils présentent d'ailleurs sont parfaitement connus de tous les mineurs : éminemment dangereux pour l'ouvrier, ils sont onéreux pour l'exploitant. l'un par les pertes de temps qu'il occasionne pendant l'extraction et par le renouvellement fréquent d'un matériel dispendieux, l'autre par ce qu'il absorbe inutilement la majeure partie de la force de l'ouvrier.

Transporter le mineur du sol au fond des bures et le remonter à la surface avec promptitude,

maissurtout sans danger et avec la moindre fatigue; assurer à un grand nombre d'hommes le moyen de sortir rapidement des travaux en cas de sinistre; ne pas interrompre l'extraction pendant l'entrée et la sortie des ouvriers; satisfaire à ces conditions au moyen d'un mécanisme peu coûteux; tel était le problème à résoudre: nous croyons que l'appareil que nous allons décrire satisfait à toutes les conditions de ce problème.

Cet appareil (*Pl. IX* et *X*, *fig.* 1, 2, 3) consiste en deux pièces de bois T, T', pareilles aux maîtres tirants des machines d'épuisement, mais moins fortes; elles supportent des plates-formes AA'A'' etc., BB'B'' etc., qui sont disposées à distances égales, de 6 en 6 mètres, par exemple; ces plates-formes, qui sont en bois, droits où les ouvriers doivent se placer, afin de sont garnies de tôles, hérissées d'aspérités aux en-préserver le bois d'une usure rapide et pour empêcher les pieds de glisser; le devant des plates-formes est assemblé à la charnière avec le corps de la plate-forme, comme l'indique la *fig.* 3, et un talon en fer *t t* l'empêche de fléchir. Ces plates-formes sont garnies de balustrades du côté des parois de la fosse, mais, à l'une des extrémités du grand diamètre de cette fosse, elles sont échancrées de manière à donner passage à une échelle qui règne sur toute la hauteur de la bure. La *fig.* 4, *Pl. X*, indique cette disposition. L'intervalle qui existe entre les plates-formes et la muraille, ou entre les plates-formes elles-mêmes, n'est que de quelques centimètres. Quelques barreaux en fer placés contre les maîtresses tiges, et entre elles, divisent chaque plate-forme en deux parties égales.

Le moteur, dont nous parlerons ultérieurement,

imprime à chaque maîtresse tige T, T', un mouvement de va-et-vient, en sens inverse pour chacune d'elles, lorsque l'une monte l'autre descend, et réciproquement; par conséquent, un ouvrier étant placé sur la plate-forme A et le moteur faisant descendre cette plate-forme de 3 mètres, et faisant monter de 3 mètres aussi la plate-forme B, l'ouvrier pourra passer de l'une sur l'autre: un mouvement inverse du moteur ramenant les plates-formes à leur position primitive, il se placera de la plate-forme B sur la plate-forme A', et ainsi de suite : le parcours d'une hauteur verticale de 3 mètres se réduit donc pour lui à une enjambée de quelques centimètres qu'il peut faire sans courir le moindre danger: les balustrades ou les poignées en fer fixées aux maîtresses tiges lui prêtent un appui certain: si sa lumière s'éteint il lui suffit d'étendre le bras pour reconnaître l'arrivée de la plate-forme sur laquelle il doit se placer, et la machine ayant un temps d'arrêt de quelques secondes à chaque extrémité de sa course, lui donne tout le temps nécessaire pour passer de l'une sur l'autre. S'il tombe en faisant un faux pas, il ne peut avoir les membres pris entre deux plates-formes, le devant de l'une se relevant autour de ses charnières.

Il ne peut donc y avoir de chute grave que lorsque l'ouvrier commet quelque imprudence que l'on ne peut guère prévoir. La rupture des maîtresses tiges ne peut elle-même avoir des conséquences bien funestes : des pièces de bois C, C, *fig.* 1 et 2, placées de distance à autre, servent à la fois à guider les tiges et à les supporter en cas de chute: elles sont pour cela garnies de coussinets en substances élastiques, telles que le bois de liége, sur

lesquels s'appuient des patins en bois D, D, fixés contre les maîtresses tiges et sous les plates-formes : mais ce ne sont que des moyens accessoires; à des distances verticales de 40 à 50 mètres, des supports représentés par les *fig.* 5 et 6, *Pl. X*, ou mieux encore des consoles en fonte, *fig.* 7 et 8, enfoncées dans la maçonnerie, et munies d'une forte poulie sur laquelle s'appuie une chaîne ordinaire fixée par chacune de ses extrémités aux deux maîtresses tiges, soutiennent par fractions égales le poids total de l'appareil, ce qui réduit considérablement l'effort auquel les tiges seraient soumises sans ce moyen; en outre, comme les deux tiges ont le même poids, la rupture de l'une ne change rien aux conditions d'équilibre, chacune de ses parties contre-balançant des parties correspondantes de la tige qui est intacte. Toute chute est donc impossible, à moins que les deux tiges ne se rompent à la fois, ce qui ne peut advenir que si l'on néglige entièrement de renouveler ou de réparer les tiges lorsque le bois commence à se gâter; c'est alors la faute des hommes et non de l'appareil, le meilleur ne peut durer éternellement.

Les consoles en fonte sont placées du côté opposé à l'échelle; elles reposent sur les bois de travers, ce qui augmente leur force, et l'entretoise qui les réunit, entre la maîtresse tige et la poulie, sert de guide à la maîtresse tige. Les chaînes sont tendues par des vis qui relèvent les coussinets de la poulie.

Il peut arriver que le moteur s'arrête, par suite d'un accident quelconque, lorsque les ouvriers se trouvent sur les plates-formes les plus éloignées des échelles; des patins cloués contre la maîtresse tige leur donnent le moyen de monter jusqu'à la plate-

forme la plus voisine du côté des échelles, et de continuer à descendre ou à monter sur les échelles.

Enfin des fils de fer guidés contre les maîtresses tiges donnent le moyen d'agiter une sonnette placée à l'orifice du puits et de faire arrêter le mouvement ou de demander des secours.

Description du moteur.

La *Pl. IX* représente l'appareil et le moteur dont le modèle fonctionne depuis quelques mois à Mariemont; la *Pl. X* représente le moteur tel qu'il va être exécuté pour une bure dont la profondeur est de 220 mètres; la coupe du moteur est représentée *Pl. IX*, *fig.* 4 et *Pl. X*, *fig.* 9.

Deux cylindres en fonte alésés (*Pl. IX*, *fig.* 4, et *Pl. X*, *fig.* 9) A, B, munis de pistons métalliques, pareils enfin aux cylindres des machines à vapeur, reposent sur un soubassement creux S qui les met en communication l'un avec l'autre par leur partie inférieure. Le soubassement porte une tubulure C à laquelle on adapte un robinet et une pompe de compression; la partie supérieure des cylindres porte un rebord DD qui les entoure et les met en communication l'un avec l'autre; on remplit d'eau le soubassement et la moitié de la capacité des cylindres au moyen de la pompe de compression, en ayant soin de laisser sortir l'air qui est en dessous des pistons : on verse alors la quantité d'eau nécessaire pour remplir les cylindres au dessus des pistons; l'eau dépasse quelque peu le niveau des collets des cylindres.

Si la machine à vapeur soulève un des pistons, il fait refluer sur l'autre piston l'eau qui était au-dessus de lui; celui-ci descend par son propre

poids d'une quantité égale à celle dont le premier s'élève, et comme la somme des colonnes d'eau *abcd*, est toujours égale à la somme des colonnes d'eau *efgh*, l'équilibre est toujours parfait quelle que soit la position des pistons.

Une maîtresse tige pour une bure de 220 mètres ne pesant au plus que 10,000 kilog., et le poids d'une tige de 600 mètres ne devant pas excéder 40,000 kilog., les cylindres A, B, du balancier hydraulique ne devront avoir que $0^m,52$ de diamètre dans le premier cas, et 1 mètre de diamètre dans le second cas, pour des pressions de 4 à 5 atmosphères; leur construction sera donc aussi facile que celle des cylindres des machines à vapeur ordinaires.

La machine à vapeur est placée immédiatement au-dessus de l'un des cylindres du balancier hydraulique sur lequel elle agit directement; elle ne se compose que d'un cylindre à vapeur avec son piston; la vapeur est admise par des soupapes mises en mouvement par la partie supérieure de la tige du piston, et réglées par deux cataractes qui permettent de régler les temps d'arrêt à chaque extrémité de la course du piston.

Il sera donc aisé, en donnant des temps d'arrêt de 2, 3 ou 4 secondes, au moyen de cataractes, lorsque les plates-formes sont au même niveau, d'habituer les ouvriers à l'usage de cet appareil de translation.

L'idée première était, comme l'indiquent les *fig.* 1 et 2 de la *Pl. IX*, de placer les tiges des pistons du balancier hydraulique au-dessus de ces pistons, de les surmonter de deux traverses ou crosses E, E, supportant des tringles verticales G,G, articulées à leur partie inférieure avec deux autres

crosses F, F, auxquelles sont suspendues les deux maîtresses tiges. Diverses considérations ont déterminé l'adoption des dispositions indiquées par les *fig.* 1 et 2, *Pl. X;* les tiges des pistons sont placées au-dessous de ces pistons, elles traversent le soubassement dont la partie inférieure est munie de boîtes à bourrage métallique, elles se relient alors directement aux maîtresses tiges.

On voit que par cette nouvelle disposition on supprime les crosses E, E, F, F, et les tringles verticales G, G : les tiges agissent par traction au lieu d'agir par compression en soulevant le fardeau, comme cela devait avoir lieu dans le projet primitif : enfin le cylindre à vapeur peut être placé à 1 mètre au-dessus du balancier hydraulique, au lieu d'être placé à 3^{m},50 ou 4 mètres au-dessus de lui, comme cela devait être en conséquence des premières dispositions.

Le tracé de la *Pl. X* satisfait donc beaucoup mieux que le premier aux conditions de solidité et d'économie.

Un frein très-puissant H, H (*Pl. X*), qui agit sur les tiges et que le machiniste peut serrer au moyen de leviers de renvoi, lui donne le moyen de modérer la marche de l'appareil et même de l'arrêter. Les frottements des pistons sont tels que le poids de plusieurs hommes peut être insuffisant pour rompre l'équilibre; il faudra donc faire travailler la machine pour faire descendre les premiers ouvriers, mais au fur et à mesure que leur nombre augmentera, leur poids agissant pour tous à la fois d'un même côté de l'appareil, imprimera aux tiges une vitesse croissante et qui exigera que le machiniste fasse travailler la machine en sens inverse, c'est-à-dire à contre-vapeur : c'est surtout

pour éviter ce changement dans la marche de la machine que le frein est disposé : il donnera le moyen de modérer la vitesse du mouvement imprimé directement par la machine ou par l'excès de poids des ouvriers.

On peut donner à la machine à vapeur telle vitesse que l'on désire : en admettant que ce ne soit que de 0^m,50 par seconde, ce qui est fort lent, et que les temps d'arrêt soient de 2 secondes, un parcours de 3 mètres exigera 8 secondes, et les 8 premiers ouvriers n'arriveront qu'au bout de 27 minutes, mais dans les 3 minutes suivantes il en arrivera 22 autres : on aura donc fait descendre 30 hommes en une demi-heure. Avec les cuffats ou tonneaux, on ne pourra faire descendre ou monter que 16 hommes dans le même laps de temps. En cas de sinistre, on pourra faire placer 2 hommes sur chaque plate-forme, et par conséquent élever, du fond à la surface, 60 hommes au lieu de 16 hommes que l'on pourrait monter avec les cuffats; ainsi, dans la première demi-heure, l'appareil dont nous parlons amènera au jour 4 fois plus d'hommes, et à chaque minute suivante il déposera sur le sol 14 hommes qui auraient mis 13 minutes à remonter par la voie des cuffats.

Ainsi, on peut avec cet appareil faire descendre ou monter les ouvriers avec une grande promptitude.

Toute la fatigue se réduit pour eux à une enjambée de quelques centimètres pour un parcours vertical de 3 mètres, et plus encore si l'on veut.

Les vieillards, les enfants, peuvent descendre sans aucun danger, même dans l'obscurité. L'ascen-

sion si pénible sur les échelles ne présente pas plus de difficultés que la descente.

La rupture de l'appareil ne peut avoir aucunes suites funestes. Une imprudence très-grande, ou l'absence la plus complète de surveillance de la part des chefs, peuvent seules donner lieu à des accidents ayant quelque gravité.

En cas de sinistre, on peut faire évacuer les travaux avec la plus grande promptitude.

Dans le service journalier, on peut faire monter ou descendre les ouvriers simultanément. Le travail de la machine, si les ouvriers montent ou descendent seulement, se réduit à l'élévation de leur poids et à l'effort nécessaire pour vaincre les frottements. Si des ouvriers montent et descendent simultanément, l'effort de la machine se réduit à l'élévation de la différence des poids.

Enfin l'appareil se composant seulement de deux cylindres, avec leurs pistons et tiges, et leur soubassement, et la machine n'étant composée que d'un cylindre complet avec ses soupapes, il est évident que le prix ne dépasse pas celui d'une machine ordinaire pour l'extraction, et qu'il est par conséquent à la portée de tous les exploitants.

Le modèle de cet appareil fonctionnait depuis quelques mois déjà dans les ateliers de Mariemont, nous étions en instance pour l'obtention du privilége demandé le 20 septembre dernier et qui nous a été accordé par arrêté royal en date du 23 octobre suivant, lorsque nous avons appris qu'il devait exister, dans les mines du Hartz, des moyens de translation ayant de l'analogie avec le nôtre. Nous nous sommes empressé de faire examiner ces mécanismes du Hartz, et le point de ressem-

blance qu'ils ont avec notre appareil est tel que nous croyons devoir les décrire et en discuter les avantages et les inconvénients, pour qu'il soit possible d'apprécier leur mérite relativement à celui dont nous venons de parler.

Les appareils du Hartz se composent comme le nôtre de deux maîtresses tiges en bois animées d'un mouvement alternatif. Elles sont garnies à distances égales de marchepieds et de poignées en fer : les ouvriers passent de l'une à l'autre comme nous l'avons dit.

Les marchepieds sur lesquels l'ouvrier doit se placer étant fort étroits, son corps est constamment hors d'aplomb ; cette position est donc fatigante, puisque les bras doivent supporter une partie du poids du corps pendant tout le parcours. Le mouvement pour passer d'une tige à l'autre est dangereux constamment, et l'est au plus haut point si la lumière de l'ouvrier s'éteint.

La chute d'un ouvrier compromet l'existence de ceux qui sont au-dessous de lui ; aussi a-t-on cru devoir établir de distance à autre des planchers fixes sur lesquels les ouvriers se reposent.

Les vieillards et les enfants ne peuvent descendre ou monter par cette voie qui ne peut convenir qu'à des hommes assez forts et agiles : en cas de sinistre elle est interdite également aux ouvriers blessés.

Il est impossible de faire descendre et monter simultanément les ouvriers ; ils doivent se croiser sur les planchers fixes, ce qui double le temps nécessaire en pareil cas avec notre appareil.

Les échelles placées à côté des maîtresses tiges ou entre elles ne remédient que très-imparfaitement à ce défaut ; elles ne sont réellement utiles que lorsque l'appareil ne marche pas.

Le mécanisme moteur laisse beaucoup à désirer. Il se compose de deux arcs de cercle, appelés *têtes de cheval*, dont les parties convexes se font face. Ces deux arcs de cercle sont reliés à leur partie supérieure par une pièce de fer nommée *bielle*, qui les rend dépendants l'un de l'autre, de telle sorte que lorsque l'un de ces arcs de cercle s'incline par suite du mouvement que lui transmet une machine à vapeur ou hydraulique, l'autre arc de cercle se relève : les maîtresses tiges suspendues par des chaînes anglaises à ces arcs de cercle en reçoivent donc un mouvement inverse. Les inconvénients que présente ce mécanisme sont les suivants :

La bielle qui relie les arcs de cercle supporte un effort de compression, qui est considérable lorsque la bure est profonde, et que les maîtresses tiges sont, par conséquent, fort pesantes. Cet effort, joint au mouvement de rotation qui a lieu aux articulations de la bielle avec les arcs de cercle, est évidemment destructeur.

Les chaînes anglaises s'usent facilement et sans que l'on puisse toujours le voir, lorsqu'elles doivent se courber continuellement sur un arc dont le rayon est petit, et surtout lorsqu'elles supportent un poids considérable. On peut sans doute donner un grand rayon aux arcs de cercle, mais alors ces pièces deviennent fort pesantes, exigent des fondations très-fortes, et occupent un grand espace. Les frottements de ces masses absorbent une partie notable de la force du moteur.

A Clausthal, pour prévenir les conséquences de la rupture des chaînes anglaises, on a relié les maîtresses tiges par une chaîne de réserve qui s'enroule sur une poulie dont le diamètre est

égal à leur écartement, et par conséquent assez petit. Cette mesure de précaution n'est donc pas satisfaisante, car la chaîne de réserve s'usera aussi vite que les chaînes de suspension.

Plusieurs exploitants ont disposé dans la bure, à 100 ou 150 mètres de distance verticale, quelques petits balanciers dont les extrémités sont reliées aux deux maîtresses tiges. Cette disposition, qui satisfait aux mêmes conditions que les poulies de support de notre appareil, est fort bonne; mais avec ces balanciers on doit ne donner aux tiges qu'une course de 1 mètre à $1^m,30$, ce qui oblige à mettre un nombre considérable de plates-formes. Lorsque l'on n'emploie pas les petits balanciers, on peut, avec les têtes de cheval en usage, obtenir une course de 2 mètres. Ainsi, pour une profondeur de 600 mètres, il y a 150 marchepieds; avec notre appareil il n'y en a que 100 : nos maîtresses tiges sont donc moins chargées, peuvent être moins fortes et moins coûteuses.

Dans quelques localités on emploie des leviers coudés, au lieu des têtes de cheval; ce qui permet de suspendre les tiges par des tringles, au lieu de chaînes; mais les tractions sont obliques, et donnent lieu à des frottements considérables.

Il résulte donc à l'évidence, nous paraît-il, de toutes les observations qui précèdent, que les locomoteurs en usage dans le Hartz ne satisfont pas aux conditions de sécurité nécessaires, qu'ils ne sont pas accessibles à tous les ouvriers, qu'ils sont insuffisants dans les cas de sinistres. Le croisement sur les planchers fixes double le temps nécessaire pour que l'entrée et la sortie aient lieu simultanément. Les matières n'y sont pas

mises en usage de la manière la plus favorable à leur force.

Pour ces appareils locomoteurs et pour le nôtre deux points principaux sont identiques : ce sont des tiges animées de mouvements de va-et-vient qui sont inverses. Ces tiges sont soutenues partiellement par des balanciers ou par des poulies pour atténuer les conséquences de leur rupture. Sous tous les autres rapports de détails et sous celui du moteur, le nôtre est essentiellement distinct ; mais peu nous importe le degré de ressemblance qu'on leur assigne, nous l'admettrons sans discussion ; toute idée de spéculation ou d'amour-propre nous est étrangère, et nous en avons donné la preuve, d'une part, en laissant à tous les industriels, et cela avant l'obtention de notre privilége, la liberté la plus absolue de voir fonctionner nos modèles et d'user de notre travail ; et, d'autre part, si nous n'avons pas retiré notre demande de privilége, comme nous en avons manifesté le désir en apprenant qu'il existait des appareils analogues au nôtre, notre seul but a été d'empêcher que qui que ce fût ne créât un monopole en opposition avec nos vues d'intérêt général : nous avons laissé alors à des juges compétents le soin de donner à notre travail telle dénomination qu'ils jugeraient convenable, sans y attacher aucune importance.

Lorsque de toutes parts surgissent des idées dont le but est d'améliorer le sort des ouvriers mineurs, de diminuer les dangers qui les menacent, et de réduire les charges qui grèvent les exploitations, nous n'avons pas voulu rester oisif au milieu de cette activité de l'intelligence, et

notre seul désir est que la part que nous avons prise à ce travail général puisse être de quelque utilité à nos confrères de tous les pays.

MÉMOIRE

Sur le gisement et la nature de quelques minerais de fer des environs de Privas et de La Voulte.

Par M. GRUNER, ingénieur des mines.

Une bande étroite de terrains secondaires s'appuie, entre La Voulte et Alais, contre les flancs généralement abruptes des montagnes primitives de la haute Ardèche et plonge vers le Sud-Est sous les terrains plus modernes de la vallée du Rhône. De nombreux indices de minerai de fer se montrent dans les divers étages de cette formation et des gîtes réellement exploitables sont connus à La Voulte, Privas, Bessège et Alais.

Le plus important de ces dépôts, celui de La Voulte, que l'on a toujours considéré comme appartenant à l'étage du lias, doit en réalité être classé, comme M. Fournet l'a récemment prouvé, dans la formation plus moderne de l'*Oxford-clay*.

Le gîte de peroxyde rouge de Privas (1) appar-

(1) Les gîtes de minerais de fer des environs de Privas avaient été connus anciennement. On en trouve une indication assez précise, rédigée d'après un mémoire de M. Blavier père, ingénieur des mines, dans la *Statistique minéralogique du département de l'Ardèche*, qui a été publiée en 1798 dans le n° 45 du *Journal des Mines*. Quelques excavations souterraines, auxquelles on arrive aujourd'hui, prouvent même que ces gîtes ont été autrefois exploités. Néanmoins tout cela était oublié depuis longtemps dans le pays, lorsque, en 1839, à l'occasion de réclamations adressées à l'administration, au nom de

tient au même étage et représente, on ne peut en douter, la couche de La Voulte. Il n'y a cependant pas connexité intime ou continuité réelle entre les deux gîtes. On voit la couche de La Voulte s'appauvrir insensiblement, puis s'évanouir complétement vers le Sud-Ouest, dans la direction de Privas; mais au delà, en remontant depuis le Pouzin le cours de l'Ouvèze, quelques affleurements reparaissent dans le même terrain, au même niveau, et finalement on arrive au gîte de Privas.

L'opinion émise par M. Fournet, concernant l'âge de cette assise de fer oxydé rouge, nous paraît hors de doute, et nous citerons quelques nouveaux faits à l'appui. Seulement il est à remarquer que la couche de fer repose en général directement sur l'oolite inférieure, et forme ainsi, comme le kelloway rock du Yorkshire, la base de l'oxfordien, tandis que M. Fournet la place dans son mémoire, à peu près au quart de la hauteur totale de cet étage.

Sur le banc ferrugineux de l'oxford clay se montrent des grès calcaires à galets quartzeux et

---

plusieurs propriétaires d'usines à fer du département de la Loire, contre les concessionnaires des mines de La Voulte, l'exploration géologique du sol des environs de Privas, pour y rechercher des minerais de fer, a été faite en suite d'une mission expresse donnée à cet effet par M. le ministre des travaux publics à l'inspecteur général de la division du Sud-Est. Les ingénieurs des mines du département de l'Ardèche, l'ingénieur en chef du département de la Loire, et plusieurs des parties intéressées ont pris part à cette exploration, dans le cours de laquelle divers gîtes ont été reconnus, notamment la couche de fer oligiste schistoïde de Veyras, qui a été concédée à M. Ardaillon en 1843. (*Note des rédacteurs.*)

à débris de crinoïdes, puis des marnes et grès à bélemnites, et au-dessous une nouvelle couche de fer oxydé rouge, généralement oolitique, quelquefois compacte; l'*oolite ferrugineuse*, si bien caractérisée par l'ammonite Walcottii et en général par plusieurs autres ammonites de la famille des falciferi, et par ses nombreuses bélemnites. C'est l'analogue de la couche de Villebois (Ain), de la Verpillière (Isère), etc.

En descendant toujours l'échelle des terrains on rencontre encore des marnes et des grès argilo-calcaires et sableux. On y trouve quelques fossiles des marnes du lias, la gryphée cymbium, diverses espèces de térébratules, etc.; puis au-dessous vient le lias proprement dit. Ces deux étages, l'oolite et le lias, sont intimement liés, et leur puissance est très-variable, mais généralement assez faible. Cependant les grès à bélemnites prennent en quelques points un développement considérable, tandis qu'ailleurs ils disparaissent presque entièrement, ou se réduisent à quelques faibles bancs marneux. Ces variations sont d'ailleurs habituelles dans toutes les formations arénacées et littorales, et une conséquence inévitable des causes qui ont amené leur dépôt.

Enfin, sous le lias, se développe une puissante série de grès siliceux et d'assises argileuses que l'on a tour à tour décrits comme terrain houiller et grès du lias, mais qui représente très-probablement, comme M. Fournet le fait également pressentir, la formation du *tryas*, ou, plus exactement, ainsi que cela se présente aussi ailleurs, le passage des marnes irisées au grès du lias. Cette formation, particulièrement développée au Nord de Privas, repose directement sur les gneiss ou les

micaschistes du plateau central de la France, et contient également deux gîtes de minerais de fer exploitables.

Reprenons maintenant ces divers gîtes, et donnons quelques détails sur la nature particulière de tous ces minerais.

1° Minerai de Lyas.

A deux lieues au Nord de Privas, au delà du Mezayon, se montre la première chaîne de la haute Ardèche, le mont Gruas (8 à 900 mètres de hauteur). Elle est essentiellement composée de schiste micacé dont la direction est ici, comme en général dans tout le plateau du centre de la France, h. 3 (N. E. mag.). Sur les assises, plongeant fortement au Sud-Est, s'appuie le puissant terrain de grès dont nous venons de parler. La superposition est discordante. Les assises secondaires inclinent d'un petit nombre de degrés au S. magn., et leur direction (h. 5 à 6) est parallèle au vallon de Privas et à toutes les couches des assises supérieures (système de la Côte-d'Or et du Pilat).

Tantôt le grès repose sur les schistes sans intermédiaire, tantôt on observe entre les deux roches un filon-couche de *fer oxydé hydraté*. La puissance de ce dépôt est variable, comme tous les gîtes métallifères de cette classe, mais en moyenne elle dépasse 1 mètre. On peut la poursuivre, au Nord du village de Lyas, sur plus de 1000 mètres de longueur; mais il se renfle et s'évanouit tour à tour, en forme de lentilles ou de chapelets. M. Ardaillon fit exploiter ce minerai en 1840 le long des affleurements, mais il suspendit ses travaux lors de la découverte du gîte oxfordien, dont la position est beaucoup plus favorable sous le rapport des transports.

Le minerai se présente en masses compactes,

criblées de grandes géodes; c'est une hématite brune, à enduit velouté noir, et d'une teinte bleuâtre dans les cassures fraîches. La gangue est argilo-quartzeuse et le minerai manganésien. Il donne de bonne fonte, et la marche des hauts-fourneaux de l'Orme était notablement améliorée quand on le chargeait, même en proportion faible.

Trois échantillons essayés ont donné 38,5, 46 et 50 p. o/o de fonte grise de bonne qualité; cependant l'un des culots était un peu sulfureux.

Étage du grès siliceux.

Le terrain qui sert de toit au filon-couche se compose de grès siliceux, divisé en bancs de $0^m,50$ à 1 mètre de puissance, alternant çà et là avec des assises plus ou moins puissantes d'argile ou de marne schisteuse.

Le grès est en général à grains fins, formé de particules quartzeuses cimentées par de la silice, tantôt entièrement blanc, ailleurs jaune ou même rougeâtre.

Les couches schisteuses sont les unes argileuses et micacées, d'une nuance grise plus ou moins foncée, et alors, à part les empreintes végétales, en tous points semblables au schiste du terrain houiller; les autres composées de grès argilo-calcaire, schisteux, très-fins, colorés en blanc, jaune, vert clair ou bleuâtre. Au milieu de ces schistes on rencontre en divers points quelques bancs de calcaire ferrugineux, et ailleurs du *calcaire magnésien argileux* jaunâtre (1); fait qui me paraît

(1) Ce fait a été observé par mon frère, qui s'occupe, comme directeur des mines de Veyras, d'une carte géologique très-détaillée des environs de Privas; mais je l'ai vérifié moi-même sur les lieux après avoir fait analyser

d'autant plus important que, vu l'absence complète des fossiles, il peut seul, jusqu'à un certain point, motiver le classement de ce terrain dans le groupe du tryas.

Les schistes sont même parfois assez ferrugineux pour avoir l'apparence de minerai. M. Revol, séduit par la couleur rouge, fit des fouilles sur une pareille assise dans la commune de Pourchère, au Nord du mont Charay.

Le minerai extrait a fourni à l'analyse :

Calcaire.	0,44
Sable quartzeux.	0,36
Oxyde de fer et alumine. . . .	0,16
Eau, magnésie, etc.	0,04
	1,00

et renferme, par suite, au plus 10 p. o/o de fer.

La coupe de cette fouille, relevée par mon frère, présente les assises suivantes :

Grès siliceux au toit, puissance indéterminée.

Marnes sablonneuses grises.	2 mètres.
Dolomie marneuse.	0,20 à 0,30
Marne sablonneuse jaune.	0,15
Marne sablonneuse bleue	0,10
Marne sablonneuse jaune et rouge. . . .	0,40
Marnes sablonneuses rouges, exploitées comme minerai.	1 mètre.

Dolomies sablonneuses bleues et jaunes, puissance indéterminée.

Grès siliceux, au mur.

2° Minerai du Charalon.

Vers la partie supérieure de cette formation de grès, sur la rive droite de la petite rivière du Charalon, au Nord de Privas, quelques fouilles

---

un échantillon de la roche dans mon laboratoire. Je lui dois, au reste, plusieurs autres renseignements cités dans ce mémoire.

indiquent un gîte de minerai de fer hydraté. La faible étendue et l'abandon actuel des travaux ne permettent pas de constater exactement l'importance du gîte. Dans l'une des fouilles je reconnus cependant sur les affleurements une couche de fer hydraté d'environ $0^m,30$ à $0^m,40$ d'épaisseur, placée au milieu de grès fins quartzeux, entre de minces lits d'argile ocreuse. L'abandon des travaux prouve au reste que dans la profondeur la couche ne fut sans doute pas beaucoup plus puissante.

Le minerai est un fer oxydé hydraté en masses concrétionnées dont les cavités sont tapissées d'une légère poussière d'ocre jaune. Il rend en moyenne 40 p. o/o de fonte faiblement sulfureuse. La gangue est argileuse, et 10 à 15 p. o/o de castine suffisent pour déterminer la fusion du minerai. Un échantillon a donné :

Oxyde de fer.	0,614
Argile.	0,177
Alumine.	0,037
Carbonate de chaux.	0,023
Carbonate de manganèse et de magnésie. .	0,008
Eau.	0,138
	0,997

La fonte obtenue à l'essai est blanche, un peu sulfureuse ; son poids correspond à une richesse de 42,5 p. o/o.

Un autre échantillon choisi ne renfermait que 8 p. o/o d'argile, et a donné 50 p. o/o de fonte truitée moyennement tenace.

C'est dans cette même localité, non loin du Charalon, que plusieurs capitalistes de Privas, se méprenant sur la véritable nature du terrain de grès, percèrent il y a quelques années, à grands frais, un puits et une galerie inclinés pour décou-

vrir de la houille; et aujourd'hui encore une autre société, que l'insuccès de la première ne décourage point, entreprend dans le même terrain de semblables recherches. Je dois dire cependant qu'ils ont rencontré quelques veinules de houille.

Veines de baryte sulfatée.

Dans la formation de grès on rencontre aussi, près du village de Lyas, des veinules ou petits filons de baryte sulfatée cellulaire, dont les vides sont en grande partie remplis par de l'hydroxyde de fer.

Formation du lias.

Sur le grès repose à stratification concordante le lias. Il ne contient pas de minerai, mais il est exploité comme pierre à chaux. C'est le seul calcaire des environs de Privas qui soit extrait dans ce but. Il donne une chaux moyennement hydraulique. Sa puissance est très-peu considérable, et les fossiles y sont rares; on remarque cependant des restes de plagiostomes.

Marnes supraliasiques ou grès à bélemnites, et oolitique inférieure.

Les *marnes supraliasiques* sont représentées par un grès plus ou moins calcaire ou marneux *à bélemnites* qui passe, sans transition brusque, au grès de l'oolite inférieure. On sait d'ailleurs que les géologues sont encore loin de s'entendre sur la limite réelle de ces deux terrains; les uns associant aux marnes du lias les couches à gryphées cymbium et le banc de fer oolitique, les autres plaçant à la base de l'oolite le calcaire à entroques, ou en général les premières couches contenant des bélemnites à gouttière sur toute leur longueur. Dans les environs de Privas surtout, où la composition et la puissance des deux étages varient considérablement d'un point à un autre, il est assez difficile de les séparer nettement. Quoi qu'il en soit, c'est à la base du grès à bélemnites que l'on trouve en général un banc de minerai habituellement ooli-

tique. Ailleurs il est cependant compacte et même cristallin (oligiste) ; parfois encore il est remplacé par un dépôt pyriteux, et même en quelques points toute substance ferrugineuse a disparu et la couche est remplacée par une assise marneuse.

Oolite ferrugineuse.

La couche ferrugineuse est particulièrement développée au pied oriental du mont Charay, dans le ravin du Riou-Petit, où la même coupe présente à la fois les deux gîtes, la couche supérieure de l'oxford clay et le banc de l'oolite ferrugineuse.

Voici la succession des assises :

Calcaire corallien			185 mètres.
Oxfordien.		Marnes et calcaire marneux, puissance.	188
		Minerai oxydé, feuilleté rouge et agathisé.	2
Oolite.		Grès calcaire spathique à entroque et brèche calcaire.	1
		Marnes grises.	0,20
Oolites et marnes supraliasiques.		Grès à ciment, et parties lamellaires, calcaires avec nodules quartzeux, contenant des bélemnites non pourvues de gouttière allant jusqu'à la base. . . .	12 à 20 mèt. variable.
	Oolite ferrugineuse avec am. Walcottii.	Minerai de fer oolitique avec marnes ferrugineuses. . . En moyenne 2^m, exploitable.	2^m,50 à 5 mèt.
		Marnes grises un peu pyriteuses.	0^m,10 à $0,30^m$
		Brèche calcaire avec grains quartzeux.	2^m,50
		Marnes grises foncées avec calcaire.	2 mèt.

Lias proprement dit indéterminé.

Je dois ajouter qu'il est des points où la formation du grès à bélemnites est beaucoup plus puissante, mais aussi d'autres où elle se réduit à un petit nombre de mètres. Le minerai oolitique de

cette localité est particulièrement riche en fossiles; on y trouve surtout l'*ammonites Walcottii* et le *belemnites unisulcatus*, de plus diverses autres espèces de la famille des Am. falcifères. Il est entièrement formé de petits grains lenticulaires réunis par un ciment marno-ferrugineux. On ne l'a pas exploité jusqu'à présent, mais il a donné lieu à un grand nombre de fouilles de la part des demandeurs en concession.

Un échantillon pris sur les lieux m'a donné, essayé sans aucun fondant, 28,2 p. o/o de fonte grise d'une ténacité moyenne, contenant un peu de soufre. La gangue marneuse formait les 43,8 p. o/o du poids du minerai. Un autre échantillon provenant des travaux de M. Revol se compose de:

Oxyde de fer.	0,44
Carbonate de chaux.	0,24
Argile.	0,22
Eau et oxyde de manganèse, magnésie, alumine.	0,10
	1,00

Le minerai fondu seul a donné 31,2 p. o/o de fonte truitée un peu sulfureuse et une scorie très-violette.

A Privas même la couche oolitique ne paraît point exister. A la vérité on trouve à sa place, derrière le bâtiment du collége, un calcaire argilo-sableux, fortement coloré, mais il ne renferme que 8 p. o/o d'oxyde de fer.

Au Ruissol, petit hameau sur la route de Privas à Aubenas, à un quart de lieue seulement de la première de ces deux villes, la couche ferrugineuse est remplacée par un banc calcaire contenant des serpules et des pecten brisés, et en outre de nombreuses térébratules et des bélemnites *non fendues* à la base. Sur la route royale de Privas

à Valence, près du grand pont de Cous, on voit à la place du minerai une couche marno-pyriteuse.

Minerai oligiste de l'oolite ferrugineuse

Par contre, au Nord-Est de Privas, au hameau de la Chassagne, sur la route de Vernoux, se montre dans la même position une couche de fer oxydé rouge, extrêmement dur et compacte, à gangue siliceuse. Il prend même assez souvent la couleur grise et le grain de l'acier, et alors on distingue aisément de petits cristaux de fer oligiste. Le grès qui lui sert de toit est également très-siliceux. Au mur est le terrain marneux du lias. Aucune fouille n'a encore été faite en ce point, mais on trouve dans les champs un très-grand nombre de blocs fort gros qui dénotent une puissance de plus d'un mètre.

La richesse est variable. Un échantillon a donné 65 p. o/o de fonte, et seulement 4 p. o/o de gangue quartzeuse; tandis qu'un autre, qui représente mieux la richesse moyenne de la couche, a produit à l'essai 47 p. o/o de fonte grise malléable, sans soufre ni phosphore, et une scorie légèrement violette. La gangue quartzeuse s'élevait à environ 25 p. o/o. On ne voit dans cette couche aucune trace de fossiles.

A 2 ou 3 millimètres à l'Est de la Chassagne, la compagnie de La Voulte vient d'ouvrir dans sa vaste concession une recherche sur un gîte entièrement semblable. C'est une couche de fer oxydé, compacte et oligiste, fort riche, de 2 mètres de puissance, enveloppée de marnes, et placée entre le grès et le calcaire du lias.

Minerais du kellowayrc ou oxfordien

A la brèche, ou au grès calcaire à entroques, succède, en remontant la série des terrains, la couche de minerai que M. Fournet place dans l'oxfordien et qui me paraît en effet correspondre

à la base de cet étage, au *kelloway-rock*. On peut néanmoins se demander, en voyant un si faible développement de l'oolite, si réellement l'oxfordien commence déjà en ce point. Or, remarquons d'abord que toutes les assises, depuis le banc de minerai jusqu'au calcaire compacte blanc, qu'il est impossible de méconnaître comme *corallien*, sont sensiblement identiques : c'est une série continue de marnes et de calcaires argileux gris, d'une faible puissance, alternant entre eux avec la plus grande régularité, et appartenant par suite à une seule et même formation. Mais ce qu'il faut surtout consulter, ce sont les fossiles assez nombreux de ce terrain. Ils sont d'ailleurs en très-grande partie concentrés dans la couche de fer, et par suite caractéristique pour ce niveau. On en trouve à La Voulte et dans les exploitations de Privas; mais ils sont surtout fort abondants sur le prolongement occidental du gîte de La Voulte, le long des affleurements, là où la couche n'est plus représentée que par une marne ferrugineuse. Or, ces fossiles se composent presque exclusivement, comme ceux de l'oxford-clay et du kellowayrock, d'une grande variété d'ammonites, la plupart de petites dimensions, et de bélemnites *fusiformes* et *canaliculées*, et surtout le bél. *semihastatus* si facile à reconnaître et si caractéristique pour l'oxfordien. Parmi les ammonites, les *falciferi* sont rares, si l'on en excepte toutefois l'am. *hecticus*, et on trouve par contre souvent (à Privas principalement) l'am. *Duncani*, caractéristique aussi pour l'oxford et le kelloway; et, à l'affleurement de la couche de La Voulte, principalement l'ammonites *annularis*, qui se rencontre de même en général dans l'oxford-clay. Je dois cependant

observer que la *gryphée dilatata* paraît manquer dans ce banc, mais aussi l'on sait que ce fossile se rencontre plutôt dans les assises marneuses que dans les bancs ferrugineux inférieurs. Il me semble donc suffisamment établi que les deux gîtes de La Voulte et de Privas appartiennent réellement à la base de l'étage oxfordien, et je passe ainsi immédiatement à la description des minerais.

Minerais de La Voulte

Le gîte de La Voulte, situé à 1500 mètres au Sud-Ouest de la ville de ce nom, sous les coteaux qui la dominent dans cette direction, affecte la forme d'une véritable couche plongeant au Sud-Sud-Est sous un angle moyen de 25°. Mais cette assise, quoique régulière dans son allure, n'a pas une puissance uniforme; forte près des affleurements, elle s'amincit dans la profondeur et disparaît dans son allongement occidental. La mine de La Voulte se trouve ainsi nettement limitée : au Nord les affleurements, à l'Est une faille puissante qui rejette tout le système bien au-dessous du niveau de la vallée du Rhône, au Sud un amincissement et appauvrissement graduel, à l'ouest enfin l'évanouissement complet de la masse.

On distingue trois couches dans la mine de La Voulte; mais en réalité ce ne sont que les diverses assises d'un même gîte, séparé en trois masses par des schistes argilo-calcaires d'une faible épaisseur.

La couche moyenne est la plus importante. Sa puissance maximum près des affleurements est de 5 à 6 mètres, dont 3 mètres environ de minerai riche. Dans la profondeur elle se réduit à 2 mètres et même $1^{m},40$, et le minerai s'est appauvri au point de ne plus renfermer en moyenne que 15 à 20 p. o/o de fer.

La couche inférieure se compose principalement

de minerai pauvre; sa puissance est de 2 mètres à 2^{m},50 non loin des affleurements; de 1 mètre à peine dans la profondeur.

Enfin la couche supérieure ne donne que du minerai pauvre; sa puissance maximum est de 2^{m},50; elle s'évanouit dans la profondeur.

La teneur du minerai pauvre dépasse rarement 10 à 15 p. o/o; aussi n'est-il jamais exploité seul; on ne l'amène au jour que lorsqu'il faut nécessairement l'abattre pour l'extraction de la partie riche. D'après cela on conçoit que l'exploitation de la couche supérieure n'est possible que le long des affleurements, et celle de la couche inférieure seulement dans la région supérieure et moyenne.

On exploite aujourd'hui par portions égales, au volume, du minerai riche tenant 50 à 55 p. o/o, et du minerai pauvre rendant 10 à 15 p. o/o. La teneur moyenne est, par suite, de 34 à 35 p. o/o, et en effet le rendement des hauts-feux de La Voulte est de 33,5 p. o/o du minerai brut non grillé.

Le minerai de La Voulte se divise, comme on vient de le dire, en *riche* et *pauvre*, mais ces deux classes comprennent chacune diverses variétés.

La principale espèce de minerai *riche* est l'*oxyde rouge feuilleté*. C'est un peroxyde de fer anhydre homogène et tendre, à gangue argileuse et d'une structure feuilletée ou schisteuse. Sa richesse, lorsqu'il est pur, est généralement de 50 p. o/o; mais il est fréquemment entremêlé de minerai argileux pauvre, et alors il ne rend pas au delà de 35 à 40 p. o/o.

Une seconde variété est le minerai *agathisé* (eisen-kiesel des Allemands), ainsi appelé à cause de son extrême dureté, que l'on doit attribuer,

comme le soupçonne M. Fournet, à l'union intime de la silice et du fer à l'état de silicate de peroxyde. L'acide muriatique concentré et bouillant n'attaque en effet ce minerai que fort difficilement, et laisse toujours un résidu siliceux plus ou moins rougeâtre. Il forme moins un banc régulier qu'une série de masses ondulées, sous forme de rognons, au milieu du minerai oxydé feuilleté. Sa teneur est rarement au-dessous de 50 p. o/o, et s'élève parfois jusqu'à 55 et même 60 p. o/o.

La troisième variété est le minerai *oolitique* qui se rencontre particulièrement dans la couche inférieure. Il est tendre, comme le minerai feuilleté, mais entièrement formé de petits grains de la grosseur du millet, cimentés par une masse argilo-ferreuse. Quelques échantillons sont fort riches et plus purs que l'oxyde feuilleté, mais en général ces parties riches se présentent en masses non continues, et le plus souvent le minerai oolitique est entremêlé de schistes marneux plus ou moins imprégnés de peroxyde et de carbonate de fer. Alors il rentre dans la classe des minerais moyens et ne rend pas au delà de 25 à 35 p. o/o de fer, tandis que la teneur des parties riches s'élève jusqu'à 58 p. o/o.

Les minerais *pauvres* sont de deux espèces, auxquels on a donné les noms de minerais *café* et de minerais *blancs*. Les premiers, d'une nuance *brune*, sont des schistes tendres, argilo-marneux, fortement colorés par du fer oxydé et carbonaté. Ils ne rendent habituellement à l'essai que 10 à 12 p. o/o, mais en passant aux minerais moyens ils atteignent quelquefois le chiffre de 15 à 20 p. o/o.

La seconde variété, d'une nuance *blanche* tirant sur le gris, est une argile schisteuse, durcie par

un mélange intime de carbonate de fer, uni à une faible proportion de carbonates de chaux et de manganèse. Sa richesse est à peine de 10 p. o/o, et son extraction serait onéreuse, comme celle du minerai café, s'il ne fallait dans tous les cas les abattre pour se procurer le minerai plus riche. Il ne faut, du reste, pas confondre ce minerai avec les rognons de fer carbonaté que l'on rencontre au mur à la couche et dont M. Berthier a fait connaître l'analyse.

Les masses minérales dont nous venons de parler, particulièrement dans les parties un peu disloquées, offrent çà et là quelques fissures tapissées de petits cristaux de spath calcaire ferrifère, de baryte sulfatée et de pyrites ferrugineuses. Cette circonstance explique la nature un peu sulfureuse des fontes de La Voulte. Les minerais sont aussi légèrement phosphoreux, mais on ne peut découvrir de l'œil la présence du phosphate de fer ou de chaux.

Les analyses et essais que nous allons rapporter feront connaître d'une manière plus précise encore la nature des minerais de La Voulte.

1° MINERAIS RICHES.

A) *Minerai oxydé rouge feuilleté.*

Ne fait pas effervescence avec les acides.

Peroxyde de fer.	0,740	
Argile.	0,166	
Alumine.	0,020	
Chaux et manganèse. . .	0,012	
Soufre.	0,003	
Acide phosphorique. . .	0,005	Correspond à 0,0022 de phosphore. Ce nombre est la moyenne de deux opérations qui s'accordaient entièrement.
Eau et acide carbonique.	0,054	
	1,000	

Le minerai fond très-bien avec 15 p. o/o de

castine, et produit 52,8 p. o/o de fonte cassante d'un gris terne, avec cristallisations sulfureuses. La scorie est tout à fait vitreuse et transparente, légèrement colorée en jaune de miel.

B) *Minerai agathisé* (eisenkiesel).

Fait effervescence avec les acides. Quelques parties calcaires sont fortement agglutinées au minerai.

Oxyde de fer.	0,779
Silice et quartz avec un peu d'argile.	0,082
Chaux et traces d'alumine.	0,078
Acide carbonique et eau.	0,057
	0,996

Le minerai ne contient ni soufre, ni manganèse, et seulement des traces de phosphore.

L'essai a donné 55 p. o/o de bonne fonte grise et tenace. La scorie est pierreuse, blanche, opaque. Le minerai a fondu sans addition. Le résidu siliceux n'a pu être entièrement décoloré par les acides.

C) *Minerai oolitique.*

La gangue est essentiellement argileuse, toutefois le minerai fait légèrement effervescence avec les acides. Le fer s'y trouve en faible partie à l'état de carbonate. Essayé directement avec 10 p. o/o de castine, on a obtenu les résultats suivants :

Minerai soumis à l'essai.	10g.	Minerai calciné.	9g,62
Carbonate de chaux. . .	1,00	Fondant calciné.	0 ,56
		Matières fixes soumises à l'essai.	10 ,18
Culot de fonte.	5g,97	}	7 ,97
Scorie.	2 ,00		
		Oxygène. . .	2 ,21

La fonte est tenace et peut s'aplatir, grise et d'un beau grain fin. Ces caractères dénotent l'absence ou au moins des proportions minimes de soufre et de phosphore.

La scorie est transparente, vitreuse, un peu violacée.

La gangue, en majeure partie argileuse, forme les 0,144 du poids du minerai.

2° MINERAIS PAUVRES.

D) *Minerai oxydé marneux* appelé *café*.

Oxyde de fer.	0,130	Le fer est en partie à l'état de carbonate.
Argile légèrement sablonneuse.	0,476	
Carbonate de chaux.	0,263	
Eau.	0,125	
	0,994	

La proportion de soufre n'atteint même pas 0,0002.

Le phosphore n'a pas été recherché, mais paraît être, d'après la nature de la fonte, en très-faible proportion.

On a fait l'essai par voie sèche avec 30 p. o/o de castine; il réussirait aussi bien avec 20 p. o/o. On a obtenu 9,2 p. o/o de fonte grise moyennement tenace. La scorie est grise et pierreuse, mais bien fondue. Un autre échantillon m'a donné 5 p. o/o de fonte; et M. Fournet cite, dans son mémoire, des minerais cafés contenant 13, 15 et 20 p. o/o de fer, mais ces derniers passent déjà aux minerais de la classe moyenne.

E) *Minerai carbonaté blanc.*

Fait une légère effervescence à froid avec l'acide chlorhydrique.

Carbonate de fer.	0,169
Argile et sable fin.	0,679
Carbonate de manganèse. . .	0,016
Carbonate de chaux.	0,055
Eau.	0,075
	0,994

Ce minerai renferme en outre 0,0003 de soufre. Le phosphore n'a pas été recherché.

L'essai par voie sèche, avec 50 p. o/o de castine, n'a donné que 8,5 p. o/o de fonte sous forme de grenailles. La scorie bien vitrifiée était un peu enfumée et violacée.

Les minerais de la classe moyenne, dont je ne cite aucune analyse, sont un simple mélange de minerais riches et pauvres, et rendent en moyenne 25 à 40 p. o/o de fer.

Minerais oxfordiens dans les environs de Privas.

Des indices de minerai oxfordien se montrent dans toute la vallée d'Ouvèze, depuis les Fonds du Pouzin jusqu'à Privas; mais la masse ferrugineuse n'est bien développée qu'à l'Ouest de la ville, bornée au Sud par l'Ouvèze et au Nord par la route royale d'Aubenas, dont la direction représente assez bien dans cette localité la limite commune des marnes oxfordiennes et des grès à bélemnites oolitiques. La formation de l'oxford-clay s'étend il est vrai vers le Sud-Est bien au-delà de la rivière d'Ouvèze, et même jusqu'au sommet du chaînon qui sépare la vallée de Privas de celle du Rhône; mais le minerai, qui appartient à la base du terrain, n'apparaît plus au jour, et l'amincissement graduel de la couche de La Voulte, à partir des affleurements, rend au moins un peu incertain dans la profondeur le prolongement de celle de Privas. Cependant, il faut le dire, jusqu'à

ce jour la couche a plutôt augmenté en profondeur dans les travaux de M. Ardaillon.

Dans le voisinage du grès oolitique les assises oxfordiennes, et avec elles le banc métallifère, plongent de 5 à 10° au Sud-Sud-Est, c'est-à-dire vers le fond du vallon; mais en approchant de l'Ouvèze l'inclinaison des couches devient insensiblement moindre et même entièrement nulle. De cette faible plongée du terrain et de la pente naturelle du sol dans le même sens il suit que sur la rive gauche, ou au Nord de l'Ouvèze, dans le district concédé à M. Ardaillon, le minerai ne peut nulle part se trouver à une grande profondeur; effectivement partout où les eaux ont raviné un peu fortement la surface, il paraît à découvert et peut être exploité par galeries sous les coteaux les plus élevés.

Les nombreux affleurements explorés jusqu'à ce jour appartiennent tous à la même couche. On observe cependant de notables différences quand on les compare entre eux. Au reste, dans une même galerie, il n'est pas rare de voir le minerai tour à tour se renfler et s'amincir, s'enrichir et s'appauvrir.

Les affleurements les plus importants se rencontrent dans le ravin de Ruissol, le premier auprès duquel passe la route d'Aubenas à l'Ouest de Privas; il s'étend du hameau de *Ruissol* jusqu'à la rivière d'Ouvèze. Dans sa partie moyenne et sur ses deux flancs, le minerai a été d'abord exploité à ciel ouvert, et maintenant il l'est sous les coteaux voisins par plusieurs galeries d'allongement. La couche, comme nous venons de le dire, un peu variable dans sa puissance, est cependant

plus régulière en ce point que dans les autres parties de la concession, et offre en général les subdivisions suivantes :

Au mur schiste et grès calcaire ; — puis au-dessus

M°	Oxyde rouge compacte siliceux (minerai agathisé) rendant 50 à 60 p. 0/0.	$0^m,20$ à $0^m,40$
N°	Schiste calcaire verdâtre et bitumineux.	$0^m,05$ à $0^m,10$
O°	Minerai oxydé feuilleté riche, entremêlé de minerai pauvre ; d'une richesse moyenne de 30 à 35 p. 0/0.	$0^m,90$ à 1^m.
P°	Schiste calcaire ferrugineux avec quelques plaquettes de minerai riche. Analogue pour la richesse aux minerais cafés de La Voulte.	$0^m,70$ à $0^m,75$

Au toit, du calcaire marneux bitumineux verdâtre.

Dans les travaux souterrains on n'exploite que les trois premiers bancs. La puissance utile de la couche est par suite comprise entre $1^m,10$ et $1^m,40$. Mais si le minerai, au lieu d'être amené aux hauts-fourneaux de l'Orme (Loire), était fondu sur les lieux ou au Pouzin, on pourrait encore utiliser l'assise P, dont la richesse est égale à celle des minerais cafés de La Voulte, et qui de plus ont sur eux l'avantage d'être plus calcaires, en sorte qu'ils pourraient très-probablement, au haut-fourneau, remplacer la castine. La puissance du minerai serait par suite comprise entre $1^m,80$ et $2^m,15$ (1).

(1) Mon frère m'apprend aujourd'hui que l'assise P s'enrichit dans les galeries d'avancement, et que son abattage est économiquement possible.

Dans une descente on a trouvé $0^m,30$ de minerai agathisé, et $1^m,70$ de minerai feuilleté (assise O et P).

Transformation du fer oxydé en pyrites.

Une circonstance assez remarquable du gîte de Privas est sa transformation partielle en pyrites. Elle a été étudiée avec beaucoup de soin par mon frère, et j'ai pu vérifier par moi-même la plupart des faits. La couche de fer est traversée par des amas pyriteux, ou plutôt le minerai est positivement transformé en sulfure. Dans certaines parties de la mine on voit le minerai devenir tantôt insensiblement, tantôt brusquement pyriteux, et bientôt à la place de chaque feuillet d'oxyde se trouve une plaquette de pyrite cubique, tandis que les parties marneuses ou calcaires ne sont nullement altérées; puis, par les mêmes transitions, on revient au minerai pur. Le minerai agathisé seul est quelquefois demeuré intact. La masse pyriteuse n'est nullement un filon, car elle ne pénètre ni dans le mur ni dans le toit; on voit seulement dans les couches marneuses qui enveloppent la couche, et qui au toit sont ordinairement ferrugineuses, l'oxyde de fer également remplacé par de petites parties pyriteuses cristallines. Si cependant on examine attentivement le mur et le toit, on voit en général, vers le milieu de la bande pyriteuse, et à peu près parallèlement, une fissure ou veine, tapissée de spath calcaire blanc. La direction de ces veines, et par suite des bandes pyriteuses, est en général le S.O. magnet. L'une de ces bandes a jusqu'à 14^{m},60 de largeur. Elles ne s'étendent cependant pas fort loin en longueur. Leur forme est celle d'une ellipse ondulée dont la veine calcaire serait le grand axe.

La pyrite cesse tout à coup et fait de nouveau brusquement place à du minerai pur à la rencontre de fissures remplies d'argile ocreuse qui

coupent verticalement le gîte. Ces fentes ont au plus $0^m,10$ de puissance, et sont constamment dirigées suivant la ligne N.N.O.-S.S.E., en sorte que les bandes pyriteuses sont toujours comprises entre deux filons argileux semblables, qui d'ailleurs ont parfois amené un léger rejettement. On voit aussi que la métamorphose a eu lieu postérieurement au remplissage des fentes argileuses.

Si maintenant on se demande comment les choses se sont passées, il faut d'abord reconnaître qu'il y a eu métamorphose évidente; et l'on ne peut admettre que la pyrite soit la substance originaire, car, sans parler du peu de probabilité d'une semblable transformation sur des masses aussi considérables que les gîtes de Privas et de La Voulte, il est à remarquer que l'on retrouverait dans l'oxyde de fer au moins quelques traces des formes cubiques du sulfure. Or, non-seulement le minerai n'a jamais cette disposition pseudomorphique, mais bien souvent, comme à La Voulte et à Saint-Priest, il est au contraire oolitique. Il me paraît évident par suite que l'oxyde est la matière première amenée après coup à l'état de pyrites; et voici comment la métamorphose a pu s'opérer.

On sait que les nombreuses sources sulfureuses sont principalement formées de bicarbonate et de bisulfhydrate de chaux. Or il est évident qu'une source semblable, traversant à la température de l'ébullition et sous une forte pression une couche de fer oxydé, a dû produire du carbonate neutre de chaux et du sulfure de fer. Il est vrai qu'un bisulfhydrate agissant sur du peroxyde de fer devrait engendrer le sulfure Fe^2S^3, et non la pyrite FeS^2;

mais qui ne sait, d'après les recherches de M. Fournet, qu'il nous serait bien souvent impossible d'expliquer la formation de la pyrite de fer, si l'on n'admettait que, sous une forte pression, les réactions chimiques sont singulièrement modifiées? Ainsi l'hydrogène sulfuré en excès a pu se décomposer en soufre et hydrogène pour sursulfurer le fer, ou bien encore le bisulfhydrate de chaux a pu être mêlé à du persulfure alcalin. Les fissures tapissées de spath calcaire sont sans doute les points d'où les sources sulfureuses s'échappaient, et les veines calcaires semblent être comme des témoins du mode d'action dont nous venons de parler.

D'après cela, on ne doit pas s'étonner non plus que des filons argileux aient pu mettre un terme à l'action métamorphique des sources hydrosulfureuses. On ne pourrait expliquer une semblable transformation par des vapeurs de soufre natif, car alors il se serait formé de l'acide sulfureux, et conséquemment du gypse, par son action sur les roches calcaires du toit. On aurait d'ailleurs, sans doute aussi, trouvé du soufre en nature. Enfin un autre fait que nous allons citer exclut l'idée d'une température capable de vaporiser du soufre.

Bitume au toit du minerai.

Les feuillets stériles placés entre les murs de minerai et au toit de la couche, sont généralement formés de calcaire bitumineux; et parfois même on rencontre de minces lits de lignite ou du bitume liquide suintant de la roche. Cette matière a même été un moment assez abondante pour que les mineurs aient pu l'utiliser pour l'éclairage de la mine.

A 1000 ou 1100 mètres à l'Ouest du ravin du Ruissol on rencontre de nouveaux affleurements

dans le ravin d'Argevelière. Le minerai repose directement sur la brèche calcaire de l'étage oolitique. La puissance de la couche oscille entre 1 et 2 mètres; le banc de minerai agathisé atteint à lui seul parfois une épaisseur de $1^m,50$. Son extraction est coûteuse à cause de son extrême dureté, mais il rend toujours plus de 50 p. o/o. En quelques points le minerai oxydé compacte est entremêlé de veinules ou rognons de fer hydraté siliceux (*galerie Espérance*). Plusieurs petites failles occasionnent dans ce district de légères perturbations, et alors les moindres fissures dans le banc de minerai sont tapissées de pyrites de fer. L'apparition de ces veinules pyriteuses, intimement liées et subordonnées aux failles qui rejettent le terrain, est sans aucun doute un fait digne de remarque qui vient à l'appui de la théorie ci-dessus développée.

A une faible distance de ces failles, les pyrites ne paraissent plus et le minerai est très-peu sulfureux.

A 6 ou 700 mètres au delà (à l'Ouest), dans le ravin de Fontbelle, on retrouve encore une couche de $1^m,80$, déjà explorée par les anciens, savoir : au mur, un banc de minerai riche de 1 mètre, et au-dessus $0^m,80$ de minerai pauvre et moyen. Enfin, à partir de ce point jusqu'au col de l'Escrinet (point culminant entre les vallons de Privas et d'Aubenas), les indices de minerai ne manquent pas, et je dois rappeler ici la couche oxfordienne, à la base du mont Charay, à 15 ou 20 mètres seulement au-dessus de l'oolite ferrugineuse du Riou-Petit, dont j'ai donné ci-dessus la coupe; mais le sol est toujours plus accidenté, et les rejettements

d'autant plus nombreux que l'on approche davantage des roches basaltiques de la haute montagne des Coirons, à laquelle appartient le col de l'Escrinet.

En se dirigeant, à partir des travaux de M. Ardaillon, vers l'Est, on reconnaît aisément que la couche oxfordienne passe sous la ville même de Privas. Son existence a été positivement constatée par un puits et une galerie de recherche, établis aux portes de la ville vers le Nord. Ainsi, dans le puits creusé par M. Revol, près de l'Abattoir, on a trouvé la coupe suivante :

Toit calcaire.	m.
Minerai feuilleté. . .	0,15
Marnes schisteuses. .	0,70
Minerai feuilleté. . .	0,25 à 0,30
Calcaire dur gris. . .	0,35
Minerai agathisé. . .	0,10
Mur marne.	

Mais on voit que la puissance utile ne dépasse plus $0^m,50$ à $0^m,55$; et plus à l'Est encore, sur la route de Valence, à la descente de Cous, le minerai a complétement disparu, et à sa place on trouve 3 à 4 mètres de marnes et calcaires marneux tendres. Cependant, comme nous l'avons déjà dit, il existe encore çà et là du minerai dans la vallée de l'Ouvèze, à Fladiac et au Fond, entre Privas et La Voulte. De même le gîte reparaît entre Coux et Flaviac, seulement là, au moins le long des affleurements, l'oxyde est entièrement transformé en pyrites que l'on exploite pour une vitriolerie du Pouzin.

Les minerais oxfordiens de Privas peuvent se diviser, comme ceux de La Voulte, en *riches* et

pauvres, et de plus au mélange intime de ces deux espèces correspond une troisième classe de richesse *moyenne*.

Le minerai *riche* comprend l'oxyde rouge *feuilleté* et la variété dite *agathisée*. Ces deux espèces sont entièrement semblables aux variétés correspondantes de La Voulte, seulement, comme nous l'avons déjà fait remarquer, le minerai agathisé est quelquefois entremêlé de quelques parties hydratées, comme dans la galerie Espérance du ravin d'Argevelière, et de plus la gangue est généralement plus calcaire.

La variété *oolitique* manque dans les mines de Privas. Les minerais *pauvres* ne ressemblent point aux minerais *cafés* de La Voulte. Ce sont des calcaires bitumineux verdâtres, rendus schisteux par des intercallations de minces dépôts de fer oxydé rouge. Ils pourront servir de castine pour le traitement des minerais riches, en rendant d'ailleurs eux-mêmes de 10 à 20 p. o/o de fer.

La classe *moyenne* comprend de l'oxyde rouge, tendre et riche, entre les feuillets duquel se sont développés de faibles mises de calcaire ferrugineux. Pour fondre, il faut à ces minerais de l'argile plutôt que de la castine; par suite, comme les cendres du coke sont argileuses, il sera possible, je pense, de les traiter au haut-fourneau sans aucune addition, et dans tous les cas on pourra composer facilement un mélange artificiel de minerais riches, moyens et pauvres, dont le traitement ne demandera ni argile ni castine. On voit par ces détails qu'à prix égal il sera plus facile et par suite plus économique de traiter les minerais de Privas que ceux de La Voulte.

Voici maintenant quelques analyses et essais qui feront mieux encore connaître la nature des minerais de Privas.

1° MINERAIS RICHES.

a) Minerai *agathisé* du banc noté M dans la coupe des affleurements du ravin du Ruissol.

Fait effervescence avec les acides.

Peroxyde de fer.	0,839	
Alumine.	0,008	
Carbonate de chaux. . . .	0,074	
Silice, quartz et argile. .	0,065	Ce résidu est un peu ferrugineux.
Eau.	0,012	
Oxyde de manganèse. . .	traces.	
	0,998	

Il renferme des traces à peine sensibles de soufre et de phosphore. Le minerai fond très-bien sans aucune addition. Deux échantillons différents ont donné à l'essai, l'un 60 p. o/o, et l'autre 58 p. o/o de fonte grise très-graphitique, se laissant aplatir sous le marteau. La scorie était bien vitrifiée et transparente, très-légèrement colorée en blond violet.

b) Minerai *hydraté siliceux* du ravin d'Argevelière (galerie Espérance). La gangue est argilo-marneuse, et le minerai fond très-bien avec 5 à 10 p. o/o de castine. Soumis à l'essai avec une proportion plus considérable de calcaire, on a obtenu les résultats suivants :

10 gr. de minerai brut correspondent à. . .	8g,76	de minerai calciné.
2 gr. de castine — à. . .	1 ,12	de chaux caustique.
Matières fixes soumises à l'essai.	9 ,88	
Fonte. . . . . 5g,28 Scorie. . . . . 2 ,32 7 ,00	7 ,00	
Oxygène. .	2 ,28	
Gangue argilo-marneuse. . . .	1 ,20	soit 12 p. 0/0
Eau et acide carbonique.	1 ,24	soit 12,4 p. 0/0

Le culot de fonte était parfaitement blanc et poli à l'extérieur, comme un bouton d'argent coupellé. Il s'est complétement aplati sous le marteau avant de se rompre, et a présenté le grain et en général tous les caractères de l'acier fondu. La scorie contenant un excès de chaux était blanche et opaque, mais très-bien fondue. Le minerai ne contient ni soufre ni phosphore.

c) Les minerais *oxydés feuilletés* riches se présentent rarement à Privas en masses fortes; le plus souvent du calcaire bitumineux est intercalé entre les minces feuillets du fer oxydé pur.

De cette association résulte le minerai *moyen*, désigné par la lettre O dans la coupe des affleurements du ravin du Ruissol. En donnant l'analyse du minerai moyen, nous ferons donc connaître par cela même la composition du minerai riche; car il suffira de supprimer la gangue calcaire dans les résultats qui se rapportent au premier.

2° MINERAIS MOYENS.

d) Minerai oxydé feuilleté à gangue calcaire (assise O de la couche du ravin du Ruissol).

Peroxyde de fer	0,602
Argile	0,070
Carbonate de chaux et traces de carbonates de manganèse et de magnésie.	0,296
Eau et matière bitumineuse	0,032
	1,000

L'essai a été fait avec 30 p. o/o d'argile; on a obtenu 41,7 p. o/o de fonte grise graphitique s'aplatissant un peu sous le marteau. La scorie bien vitri-

tions sulfureuses. La scorie fut grise enfumée, du reste bien vitrifiée. Un autre échantillon de la même localité a donné 25,7 p. 0/0 de fonte sulfureuse, et renferme 39 p. 0/0 de carbonate de chaux.

RÉSULTATS

Des essais faits avec la lampe Combes.

Par M. LEFRANÇOIS, aspirant-ingénieur des mines, chargé du sous-arrondissement d'Alais.

Conformément à la lettre de M. l'ingénieur en chef, en date du 9 mai, et aux instructions de M. le sous-secrétaire d'État, en date du 30 avril 1844, j'ai fait dans le courant des mois de mai, juin, décembre 1844 et février 1845, plusieurs essais dans les mines du Gard, avec la lampe que j'ai reçue de l'administration, construite dernièrement par les soins de M. l'ingénieur en chef Combes.

Je vais consigner ici les résultats de ces essais dans l'ordre même où ils ont eu lieu. Je note une fois pour toutes qu'on n'a jamais laissé dans la lampe qu'une seule des rondelles en gaze qui donnent accès à l'air.

Le 28 mai, la lampe n'ayant encore subi aucune modification sous le rapport des trous adducteurs de l'air, a été portée dans la mine de la Marine, couche de la Baraque, à la Grand'-Combe. Les galeries de cette mine sont très-basses, et pour parcourir le front des larges tailles qu'on y pratique, on est souvent obligé de ramper : du reste il n'y a pas de gaz dans les travaux. Au bout d'une demi-heure de marche environ, le verre s'est enfumé, et j'ai dû ouvrir la lampe pour le nettoyer. Ce résultat me parut provenir de deux causes : 1° une mèche trop grosse; 2° une alimentation d'air difficile. Un autre inconvénient fut constaté,

relatif au mode de suspension de la lampe. La disposition du crochet était telle que pendant les repos il venait s'appuyer sur la plaque supérieure *ab* par la partie *cd* qui devait être en contact avec la main pendant la marche. (Voir *Pl. XI*, *fig.* 4.) Or cette plaque étant fortement échauffée par les gaz de la combustion, communiquait rapidement une haute température au crochet : l'échauffement était encore facilité par le petit diamètre du fil de fer formant ce crochet. J'ajoute qu'il était impossible de suspendre la lampe dans les galeries; il faut que le système de suspension se termine par un crochet ouvert et non par un anneau fermé. A part ces deux inconvénients, auxquels il me semblait facile de remédier, la lampe parut d'un transport assez commode; elle ne s'éteint pas quand on lui donne de fortes inclinaisons, et lors même que l'inclinaison dure un certain temps.

2° Le 30 mai une seconde épreuve fut faite; dans l'intervalle les ouvertures d'admission pour l'air avaient été agrandies; 35 trous circulaires de 0,004 de diamètre existaient à la partie supérieure du réservoir d'huile; on en laissa subsister 4 seulement, et l'on réunit les 31 restants en coupant les cloisons intermédiaires. La surface d'admission d'air, qui était de 440 millim. carrés environ, fut ainsi portée à 842 m.m.c. C'est-à-dire qu'elle fut augmentée dans le rapport de 1,91 à 1.

Une mèche plus petite que précédemment ayant été placée, j'allumai la lampe et je parcourus avec elle les travaux des mines Abylon, Luce et Ricard (Grand'-Combe), dans l'espace de 5 heures 1/2 ; tous ces chantiers étaient exempts de gaz; cette fois, à part le mode de suspension, qui n'avait pu être modifié à la Grand'-Combe, l'essai ne donna

que des résultats satisfaisants. Le verre, pendant cette longue marche, ne fut noirci en aucune façon; la lampe ne s'éteignit pas une seule fois, et il n'y eut pas lieu de l'ouvrir.

On sait que le pouvoir éclairant d'une lampe de sûreté est toujours défavorablement jugé dans une exploitation où l'on emploie habituellement des lampes à feu nu; néanmoins la clarté donnée par la lampe Combes fut reconnue plus que suffisante pour le travail intérieur, non-seulement par moi, mais par M. le garde-mines, et M. le directeur de la Grand'-Combe, qui m'accompagnaient dans cette visite. Il parut constant que cette lampe éclairait aussi bien qu'une lampe du système Davy, de grande dimension et à grosse mèche, que portait M. Thibaudet; je restai même convaincu qu'en ne donnant qu'une longueur moyenne de mèche, ainsi qu'on est obligé de le faire dans des chantiers à gaz, l'avantage serait resté à la lampe à enveloppe en cristal. Sa supériorité sur une lampe du système Mueseler, que j'avais fait porter en même temps, fut évidente pour tout le monde; deux causes concourent à ce résultat: d'abord l'alimentation d'air plus naturelle et plus facile permet de donner plus de mèche et d'avoir une flamme plus longue; en second lieu, la plus grande élévation de la cheminée au-dessus du porte-mèche laisse éclairée une zone horizontale deux ou trois fois plus large. Du reste, cette lampe, comme la lampe Mueseler, comme la lampe Davy, comme toutes les lampes de sûreté, a l'inconvénient de n'éclairer ni le sol, ni le toit des galeries. Ce défaut, vivement senti par ceux qui sont appelés à circuler fréquemment dans ces travaux, est pourtant atténué jusqu'à un certain point dans la nou-

velle lampe, puisqu'on peut, sans risque de l'éteindre, lui donner des inclinaisons persistantes.

3° Le pouvoir éclairant et la commodité du transport étant constatés, il restait à examiner comment se conduirait la lampe au milieu d'une atmosphère mélangée, en plus ou moins grande proportion, d'hydrogène protocarboné. Je ferai remarquer ici que le cristal nous avait paru un peu faible pour résister soit aux chocs, soit à l'échauffement, dans le cas où la lampe se remplirait de flamme. Il importait de vérifier ce dernier point, et le 6 juin je portai la lampe dans plusieurs chantiers de la mine Luce dont l'entrée était interdite aux ouvriers; j'étais accompagné de MM. Thibaudet et Baye, directeur et sous-directeur de l'exploitation de la Grand'-Combe.

Dans un premier chantier, la lampe Davy accusait nettement la présence du gaz par cette flamme bleuâtre et allongée qui surmonte la mèche quand on a beaucoup diminué le feu. Le même caractère ne parut pas appréciable dans la lampe à cylindre en cristal, ce qui tient évidemment à la trop grande clarté que le cristal laisse arriver aux yeux. Du reste la proportion du gaz inflammable était faible, puisque la lampe Davy ne s'emplit pas de flamme, et que la lampe Mueseler ne s'éteignit pas.

Dans plusieurs autres chantiers également barrés, il se trouva moins de gaz encore que dans le premier, et il fallut renoncer ce jour-là à une expérience concluante.

Par suite des exigences du service dont je suis chargé, les essais suivants furent ajournés jusqu'au mois de décembre. Dans cet intervalle. M. l'ingénieur en chef reçut de M. le sous-secrétaire

d'État trois nouvelles enveloppes de cristal d'épaisseurs graduées. L'enveloppe primitive avait 3 millimètres d'épaisseur et un diamètre total de 61 millimètres; les autres présentent le même diamètre extérieur, mais les épaisseurs sont de 4 1/2, 6 et 9 millimètres. Il suit de là que le diamètre intérieur ayant varié, aucun de ces verres ne pouvait s'adapter à la cage de la lampe. Je fis donc construire à Alais une cage de rechange propre à recevoir toutes les enveloppes. J'appelle cage cette portion de l'appareil qui se visse sur le réservoir d'huile, et reçoit à sa partie supérieure la cheminée entourée d'une gaze métallique. J'ai modifié en même temps le mode de suspension qui a été remplacé par un long crochet mobile dans tous les sens autour du centre de la plaque supérieure.

4° Le 20 décembre dernier, je portai la lampe dans les travaux de la mine de Comberdonde. Un arrêté préfectoral a prescrit depuis plus d'un an l'emploi des lampes de sûreté dans tous les chantiers de cette exploitation. Néanmoins je ne pus trouver ce jour-là de cloche renfermant un mélange à forte proportion de grisou.

A l'avancement Lebobe, dans la couche de Champclauson, la lampe Combes fut substituée par moi à une lampe Davy dont se servait le piqueur (1); la clarté fut reconnue bien supérieure par l'ouvrier, soit que la flamme fût entourée de l'enveloppe en cristal la plus épaisse, soit qu'on y substituât la plus mince. C'est ici le lieu de noter qu'il n'existe pas de différence *pratiquement* sensible dans l'éclairage pour ces deux cas extrêmes;

---

(1) Lampe de grande dimension dont le cylindre en gaze avait $0^m,07$ de diamètre.

on ne doit donc pas hésiter à adopter le verre le plus épais, comme présentant plus de garanties contre les chances de rupture.

Quant à l'effet du mélange gazeux, il fut à peu près insensible; tandis que la lampe Davy présentait une flamme de $0^m,10$ de longueur, en ne laissant que la quantité de mèche nécessaire pour éviter l'extinction.

Quelques jours après l'expérience dont je viens de parler, M. Rolland, ingénieur dirigeant la mine de Comberedonde, à qui j'avais confié la lampe, m'écrivit qu'ayant pénétré avec elle dans un travail où il était impossible de rester avec une lampe Davy ordinaire, il avait observé un allongement très-considérable de la flamme; allongement qui lui faisait penser qu'il serait imprudent de demeurer quelque temps au milieu d'un tel mélange.

5° Pour vérifier ce fait, je me suis rendu le 14 février à la Grand'-Combe, et, accompagné de M. Baye, sous-directeur, je suis descendu dans le puits creusé nouvellement à la mine Ricard. Non loin de ce puits, dans une descenderie suspendue depuis quelque temps, et dont l'entrée est presque complétement bouchée par du charbon menu, j'ai trouvé un mélange convenable pour l'essai que je projetais. A peine une lampe Davy était-elle introduite par l'étroit orifice qui donnait accès dans la descenderie, que la flamme s'allongeait démesurément, et presque aussitôt la gaze tout entière s'emplissait de lumière. Placée dans les mêmes circonstances, et à plusieurs reprises, la nouvelle lampe a donné lieu au phénomène suivant : une flamme bleuâtre, cylindrique, d'un diamètre égal au diamètre inférieur de la cheminée intérieure, est apparue, s'appuyant à la mèche de la lampe et

se prolongeant en pointe à 2 ou 3 centimètres au-dessus de cette cheminée. L'enveloppe en cristal ne s'est pas remplie de flamme; la flamme de la mèche (laquelle mèche avait été abaissée de moitié) n'a pas éprouvé d'altération sensible. Pendant cette expérience, qui a duré 5 à 6 minutes, l'enveloppe en cristal de 9 millimètres d'épaisseur s'est beaucoup échauffée, et néanmoins de l'eau projetée dessus n'a pas produit de rupture.

Le résultat précédent, qui s'explique d'une manière simple par le courant continuel qui a lieu de bas en haut dans la lampe nouvelle, prouve que cette lampe est parfaitement sûre au milieu des mélanges les plus explosifs. Toutefois le tissu de la gaze métallique qui entoure la cheminée ne me paraît pas être assez serré; peut-être, dans le cas où le phénomène que je décrivais tout à l'heure persisterait quelque temps, la flamme finirait-elle par traverser les ouvertures. Je pense donc qu'il est convenable de fabriquer l'enveloppe de la cheminée avec la toile métallique plus serrée qu'on emploie pour les lampes Davy ordinaires.

Conclusion.

En résumé, les essais précédemment décrits ont constaté les résultats suivants:

1° La lampe, modifiée comme je l'ai dit sous le rapport du système de suspension, est assez facilement portative, et ne s'éteint pas par des inclinaisons fortes et persistantes;

2° En donnant accès à l'air alimentaire par une surface de 8 centimètres carrés environ, et de plus, en garnissant la lampe d'une mèche moitié moins grosse que celles des lampes Davy de grande dimension usitées dans les mines du Gard, on obtient une clarté supérieure à celle que fournissent les lampes Davy et Mueseler, et toujours suffisante

pour qu'un ouvrier puisse produire un maximum de travail : le verre ne s'enfume pas;

3° La lampe est parfaitement sûre au milieu des mélanges les plus explosifs; je pense néanmoins que la gaze qui enveloppe la cheminée doit être d'un tissu plus serré;

4° L'enveloppe en cristal de 9 millimètres d'épaisseur est la plus avantageuse.

En outre, il me paraît certain que cette lampe doit procurer une assez grande économie sur l'huile dépensée pour l'éclairage. Je me propose de faire quelques essais suivis pour déterminer le rapport entre les quantités consommées par une lampe Davy et par la lampe nouvelle.

Je termine en remarquant que chaque fois qu'on remplit le réservoir, il faut avoir soin d'enlever préalablement la rondelle en gaze placée sous le disque bombé. Une seule goutte d'huile répandue sur cette toile suffit pour boucher un grand nombre d'ouvertures; alors la lampe fume et le verre est bientôt noirci.

Les expériences de M. Lefrançois, dont il est rendu compte dans cette notice, ont été faites sur une lampe de sûreté à cylindre en cristal, dans laquelle l'air comburant arrive par la partie inférieure et débouche au ras de la mèche, suivant le système proposé par M. le baron Eug. Dumesnil (voyez *Annales des Mines*, t. XVI, p. 511).

Cette lampe, représentée par les *fig.* 1, 2 et 3, *Pl. XI*, a été construite à Paris par les soins de M. Combes, avec l'agrément de M. le sous-secrétaire d'État des travaux publics. Trois lampes semblables ont été envoyées dans les arrondisse-

ments minéralogiques d'Alais, de Saint-Étienne et de Douai, pour être soumises à des expériences comparatives avec la lampe ordinaire de Davy et la lampe à cylindre en cristal de M. Mueseler.

R, *fig.* 1, est le réservoir d'huile, disposé comme dans la lampe ordinaire de Davy. Il est surmonté d'un rebord cylindrique percé dans la partie contiguë au couvercle du réservoir, d'une série circulaire de trous par lesquels arrive l'air nécessaire à la combustion. Cet air traverse une ou deux rondelles superposées de toile métallique de 150 à 200 ouvertures au centimètre carré, posées par leur contour sur une saillie ménagée dans le rebord, au-dessus de la rangée de trous. Ces rondelles, dont une est représentée *fig.* 3, sont maintenues, ainsi que le porte-mèche, par une virole vissée dans une petite tubulure filetée qui entoure le trou du porte-mèche. Un disque *os* embouti en forme de pavillon de cor, percé d'une ouverture circulaire concentrique à la mèche, est posé par dessus les rondelles, et amène la totalité de l'air qui a traversé les toiles métalliques au centre de la lampe et au contact de la flamme. Ce disque est maintenu en place par la cage qui contient l'enveloppe supérieure de la lampe; celle-ci est formée de six fils de fer verticaux assemblés dans deux viroles en cuivre V, V'. La virole inférieure V se visse dans la partie supérieure du rebord du réservoir. Toutes ces dispositions sont imitées de la lampe de Roberts. L'enveloppe, qui est un cylindre en cristal *c, c*, s'appuie sur une rondelle de drap ou de cuir collée sur le contour de la virole inférieure. Elle est maintenue en place par la partie supérieure de la lampe, qui se compose d'une cheminée cylindrique en toile métallique K,

protégée par quatre tiges en fil de fer, d'une virole en cuivre portant une rondelle en toile métallique, et filetée extérieurement pour qu'elle puisse se visser dans l'intérieur de la virole V', et venir presser les bords supérieurs du cylindre en cristal qui est ainsi maintenu en place. Une couronne de drap est collée au fond d'une gorge annulaire dans laquelle pénètrent les rebords de ce cylindre. Enfin la rondelle en toile métallique supporte à son centre un petit tuyau T, en cuivre, qui s'enfonce dans l'intérieur du cylindre en cristal, sert de cheminée, et active le tirage et l'aspiration de l'air par les trous percés au-dessus du réservoir. Les gaz brûlés passent par ce tube, arrivent dans l'enveloppe en toile métallique K, et se répandent finalement dans l'atmosphère. La rondelle en toile métallique, au centre de laquelle est fixé le tuyau T, laisse subsister un vide annulaire par lequel les gaz peuvent s'échapper entre le pourtour du tuyau T et le cylindre en cristal. Il en résulte que les gaz impropres à l'entretien de la combustion ne peuvent pas s'accumuler dans cet espace, ce qui fait que la lampe peut être agitée dans l'air assez fortement sans s'éteindre.

Dans cette lampe, qui n'est autre chose que la lampe de M. Dumesnil légèrement modifiée, le tuyau T est fort court. Les *fig.* 1, 2 et 3 sont d'ailleurs dessinées à l'échelle indiquée sur la planche. Les dimensions principales sont les suivantes :

	millim.
Diamètre intérieur du cylindre en cristal.	55
Épaisseur du cylindre.	6 à 9
Hauteur.	110
Diamètre du tuyau T.	25
Longueur *id*.	95
Hauteur totale de la lampe, y compris le réservoir.	270

NOTICE

Sur une distribution à détente variable.

Par M. FARCOT.

L'organe principal de la distribution est un tiroir A (voy. *Pl. XII, fig.* 1) sur lequel se placent deux glissières *d*, *d*, percées de plusieurs ouvertures pouvant correspondre avec d'autres ouvertures pratiquées sur le dos du tiroir, et communiquant dans des cabinets *b*, *b*. Les ouvertures des glissières étant mises en regard avec les ouvertures du dos du tiroir, la vapeur entre dans les cabinets *b*, *b*, et peut arriver aux cheminées *o*, *o*, qui conduisent au piston, quand elles sont découvertes par le mouvement alternatif du tiroir A; les glissières *d*, *d*, sont entraînées avec le tiroir, tant qu'elles ne sont pas arrêtées soit par les goujons *f*, *f*, qui touchent les extrémités de la boîte à vapeur B, soit par les talons *i*, *i*, lorsqu'ils rencontrent la touche *c*. La longueur des goujons *f*, *f*, est calculée pour replacer les ouvertures des glissières en face de celles du tiroir, chaque fois que ce dernier, dans son mouvement alternatif, arrive à la fin de sa course. La touche *c* (*fig.* 2) est une double came qui, suivant sa position angulaire, touche plus tôt ou plus tard les talons *i*, *i*, et conséquemment intercepte, plus tôt ou plus tard, la communication des cabinets *b*, *b*, avec la boîte à vapeur, et aussi avec le cylindre à vapeur; c'est donc en variant la position de la double came que l'on varie la durée de la détente.

Pour que les longueurs d'introduction soient

égales de chaque côté du piston, indépendamment de l'obliquité des bielles qui transmettent son mouvement, les courbures des deux côtés de la double came ne sont pas semblables, elles ont un tracé spécial pour chaque côté du piston.

Lorsque le piston à vapeur est prêt à commencer sa course, le tiroir est arrivé aux 5 dixièmes de sa course, et ne peut plus continuer à porter l'un des talons *i*, *i*, de l'une des glissières *d*,*d*, vers la double came *c* que pendant les 5 derniers dixièmes, lesquels correspondent aux 5 premiers dixièmes de la course du piston à vapeur.

Si donc les ouvertures des cabinets *b*, *b*, ne sont pas fermées aux 0,5 de la course du piston, la vapeur entrera pendant tout le temps, et la machine marchera sans détente; ce n'est donc que de 0 à 0,5, qu'au moyen du tiroir représenté *fig.* 1, on peut varier la détente; cette latitude est bien suffisante pour le plus grand nombre des machines, lorsque l'on veut qu'elles fonctionnent avec économie de combustible.

Détente deux tiroirs.

Pour varier la détente pendant toute la durée de la course du piston, il faut aussi que ce soit pendant toute la durée de la course du piston que les talons *i*, *i*, marchent vers la double came *c*, et conséquemment le tiroir qui les porte. Ce résultat est obtenu par la disposition *fig.* 3. Le tiroir A' commence sa course en même temps que le piston, au moyen d'un excentrique placé à 90° de l'excentrique qui commande le premier tiroir A, comme pour le tiroir de la *fig.* 1, les branches de la came double *c* sont configurées de manière à produire des introductions égales de chaque côté du piston.

Époque de l'invention des glissières.

Avant d'employer les glissières rectangulaires, je me servis en 1834 de plateaux circulaires A, *fig.* 5, que j'appelais cocardes. Ils étaient percés de plusieurs ouvertures dont la somme était équivalente aux passages pratiqués sur les glaces des tiroirs. J'ai d'abord placé ces cocardes sur les deux fonds d'un cylindre B, *fig.* 6, qui, animé d'un mouvement circulaire alternatif, formait mon tiroir. Je m'étais déterminé en 1834 à employer un tiroir cylindrique, même contrairement à l'avis de M. le baron Séguier, auquel je fis voir mes cocardes pour n'être pas inquiété par M. Edwards, de Chaillot, qui en 1833 a demandé un brevet d'invention pour un tiroir portant une seule glissière, bien qu'en 1831 M. Tamisier ait commencé à établir des machines avec le même tiroir qui fait l'objet du brevet de M. Edwards.

Le tiroir à une seule glissière n'a pas la propriété d'un tiroir à deux glissières.

Plusieurs personnes ont pensé qu'un tiroir à une seule glissière sans ouvertures (*fig.* 4), comme celui qui fait l'objet du brevet Edwards, avait les mêmes propriétés que le tiroir à deux glissières ou cocardes à plusieurs ouvertures. En examinant attentivement ces deux tiroirs, on reconnaîtra qu'ils sont bien différents l'un de l'autre dans leurs combinaisons, et surtout dans leurs effets.

Propriétés du tiroir à deux glissières.

Les deux glissières et les deux cocardes à plusieurs ouvertures laissent facilement passer la vapeur, qui peut ainsi arriver sur le piston à une pression voisine de celles des générateurs; elles interceptent rapidement le passage au moment où l'on veut commencer la détente; elles permettent de varier la détente à la main, ou par le modérateur, pendant la marche de la machine; les longueurs d'introduction qu'elles procurent sont à volonté égales de chaque côté du piston,

ou inégales, si l'on veut avoir égard à la surface perdue par la tige du piston. Enfin, au moyen des deux tiroirs superposés *fig.* 3, les deux glissières ou les cocardes peuvent introduire depuis 0 jusqu'à 19/20, et si l'on veut avoir des fermetures plus rapides que celles que donne l'excentrique circulaire, on les obtient au moyen des excentriques à bosses que m'a encore conseillés M. le baron Séguier.

Inconvénients et impuissance du tiroir à une seule glissière.

La glissière unique ne laisse entrer la vapeur dans le cylindre que par une seule ouverture $b''' b'''$ très-rétrécie; elle ferme lentement le passage, lorsque l'on veut commencer la détente, et elle ne peut servir que pour introduire à *moitié course du piston*. Si l'on veut employer la détente d'Edwards pour varier la détente, on *introduit deux fois* par course du piston, une fois au commencement et une fois à la fin; ce qui détruit toute l'économie que l'on a voulu obtenir.

La distribution à *une seule* glissière est abandonnée.

Les graves inconvénients de la distribution à une seule glissière ont déterminé à l'abandonner, d'abord M. Tamisier, et ensuite MM. Charpin et Kenesi : on l'a supprimée aux machines de M. Edwards.

La distribution à deux glissières est employée avec grand succès.

Il en a été bien autrement pour la distribution à deux glissières et cocardes; je n'ai cessé de les employer avec grand succès depuis 1834, et mon brevet étant expiré en 1841, elle est depuis employée par plusieurs constructeurs. M. Meyer, de Mulhouse, l'applique pour la détente variable des locomotives : on connaît les bons résultats qu'elle lui a procurés.

MM. Derosne et Cail l'emploient pour la machine à balancier qu'ils ont à l'exposition, et M. Bourdon a aussi à l'exposition un appareil de

démonstration de détente où il emploie deux cocardes.

Un constructeur de Saint-Quentin, M. Trésel, objecte, contre l'emploi de mes détentes, que le passage à la condensation n'est pas assez longtemps entièrement ouvert. Cette objection disparaîtra si on considère que dans une machine bien construite la vapeur, à la fin de la course du piston, doit avoir une pression bien voisine de celle du condenseur; elle se trouve presque subitement détruite dès qu'elle commence à communiquer au condenseur. Il faut aussi remarquer que l'excentrique est à sa plus grande vitesse quand les ouvertures se découvrent, et qu'alors le piston est à ses points morts et marche lentement.

Réponses à diverses objections.

On peut, à la vue du diagramme, *fig.* 5, reconnaître que l'excentrique circulaire satisfait complétement à tous les besoins de la distribution et de la détente.

Si l'on a besoin dans quelques cas particuliers d'ouvrir encore plus promptement les passages, et de donner aux tiroirs des temps de repos, on obtiendra ces effets au moyen des excentriques à bosses combinées, que m'a conseillés M. le baron Séguier.

Les machines que j'ai exposées sont, comme toutes celles que je construis depuis 1834, munies de ma détente à double glissière; de plus elles sont à doubles enveloppes : la première formée par la vapeur qui arrive de la chaudière avant de parvenir à la boîte de distribution; la seconde enveloppe est composée d'air stagnant, ou de poussier de charbon, retenu par un entourage en fonte. Les fonds des cylindres et les couvercles sont dans les mêmes conditions; tous les conduits, tant pour

Description des machines exposées.

l'arrivée de vapeur que pour l'échappement, sont pratiqués dans la fonte même du cylindre. Le cylindre à vapeur et sa première enveloppe sont fondus d'une seule pièce.

Je construis des machines à vapeur de plusieurs autres modèles, que je n'ai pu exposer; j'en ai d'horizontales et d'oscillantes : j'établis ces dernières à des prix très-bas.

A plusieurs usines j'ai fourni des machines à 4 et 500 fr. le cheval, et toutes à détente variable et très-solidement construites.

J'ai en ce moment en construction deux machines horizontales pour les forges de Saint-Dizier; elles agissent à grande vitesse sur un même arbre, et feront ensemble la force de plus de 120 chevaux. J'ai déjà fourni une de ces machines aux forges de Gorey. Elle y fonctionne à la grande satisfaction de MM. Labbé et Legendre, à qui je l'ai fournie sur la demande de MM. Thomas et Laurens.

Ces dernières machines sont aussi à enveloppes de vapeur, car depuis 1840 j'en ai mis à toutes mes machines à condensation, et toujours je les ai fondues d'un seul jet avec le cylindre et les conduits, dans le but d'éviter les fuites que produisent les dilatations et les contractions.

Je crois pouvoir affirmer que personne avant moi n'a repris la construction des machines à enveloppes à circulation de vapeur et un seul cylindre, nonobstant la théorie qu'en ont donnée MM. Thomas et Laurens dès 1839, et les mémoires qui ont été lus à l'Institut sur cette question par M. Combes.

Je crois aussi que personne avant moi n'avait fait de couvercle de cylindre à circulation de vapeur.

En adoptant les enveloppes, ce n'est pas là la

seule innovation que j'ai faite aux machines; j'ai encore changé les proportions des cylindres pour y détendre la vapeur jusqu'à *un dixième d'atmosphère.*

Plusieurs constructeurs ayant eu connaissance des résultats de mes nouvelles proportions, ont cherché à les suivre; ce fait est bien reconnu par les exposants qui ont aussi des machines à enveloppes.

Mes machines sont encore munies d'un modérateur que j'appelle *à compensation*, *fig.* 8 (voir la légende ci-après); il en régularise constamment la vitesse.

Depuis la dernière exposition, j'ai construit 48 machines, dont 27 à enveloppes pour 400 chevaux de force, et 21 sans enveloppes pour 160 de force; ce qui forme un total de 560 chevaux.

Légende explicative du modérateur à compensation de M. FARCOT (*Pl. XII*, *fig.* 8).

a. Arbre du modérateur; il est formé d'un tube en fer.

b. Tige unie à une douille mobile commandée par le modérateur.

d. Longue virole ayant un renflement vers son milieu; elle est montée sur l'arbre du modérateur.

c,*c'*. Embases rapportées par des vis aux extrémités de cette virole.

e. Boîte portant un réservoir d'huile; elle est réunie à la virole *d* par les mêmes vis qui fixent l'embase *c*.

o. Virole renfermée dans la boîte *c*; elle est liée par une clavette à la tige *b*.

f, *f'*. Freins pouvant tourner librement sur la virole *d*.

g, g'. Roues d'angle fixées sur les freins précédents.

h, h'. Cônes liés à l'arbre a par les clavettes i, i, et tournant avec lui ; ils peuvent s'écarter l'un de l'autre, les mortaises des clavettes étant assez allongées pour leur permettre ce mouvement.

Les cônes h, h', ne peuvent se rapprocher l'un de l'autre qu'autant que le permettent les rainures de l'arbre et les clavettes qui traversent les moyeux. C'est pour avoir la facilité de varier ce maximum de rapprochement des cônes, que le moyeu de l'un d'eux porte une douille mobile munie de vis de rappel.

n. Tube placé dans l'intérieur de a ; il est fermé à la partie inférieure, et contient un ressort à boudin, tendu entre le fond du tube et le goujon m traversé par la clavette i'.

k. Roue d'angle engrenant à la fois les deux roues g, g'.

l. Arbre de la roue précédente ; il forme en même temps un levier dont le centre de mouvement est en j.

m'. Fourchette emmanchée à frottements doux sur l'arbre l ; les deux branches de cette fourchette sont liées par des goujons au renflement de la virole d.

p. Longue virole servant de coussinet à l'arbre l.

q. Autre roue d'angle fixée sur l'arbre l.

r. Fourchette dont la tige entre dans un trou pratiqué à l'extrémité de l'arbre l.

r'. Roue d'angle engrenant avec la précédente.

s. Disque lié à cette roue.

t. Tige portant une vis sans fin.

u. Roue commandée par la vis sans fin ; elle est fixée sur l'arbre de la double came de la détente, ou sur l'axe d'une valve.

v. Frein élastique qui permet à la roue r' de tourner sans entraîner la tige c, quand les goujons x, x', buttent contre le support w pour limiter le mouvement de la double came.

Jeu du modérateur à compensation.

On a pu voir par la légende précédente que le modérateur agit à la manière ordinaire sur le levier *l* qui soulève la tige *t*. La vis sans fin agit comme crémaillère sur la roue *u*. En même temps que la virole *d* fait articuler le levier, elle porte les cônes vers l'un ou l'autre des freins, et par le frottement que produit la pression, l'un des cônes se trouve entraîné et tourne avec l'arbre *l* au moyen des trois roues d'angle *g'*, *g*, *k* ; quand le frein supérieur est embrayé, l'arbre tourne dans un sens, et quand le frein inférieur est embrayé, cet arbre tourne dans un sens opposé.

Le ressort *z* a pour objet de laisser reculer les cônes *h*, *h'*, autant que le demande le mouvement du levier. Le même ressort agit pour les deux cônes.

Pour le cône inférieur le tube qui porte le ressort s'appuie par la clavette *I* dans le bout de la rainure, et le ressort se comprime sur le fond au moyen du goujon *m*. Si le cône supérieur s'élève, le tube s'élève avec lui, et il comprime le ressort contre le goujon *m*, qui devient point d'appui en s'arrêtant par la clavette dans le fond de la rainure.

Les viroles *d* et *o*, ainsi que la boîte *e*, sont montées avec un jeu sensible sur l'arbre du modérateur, pour éviter le frottement ; le mouvement de rotation est empêché par la fourchette *m'*. Les dents des roues coniques sont en développantes pour être toujours bien engrenées, nonobstant les articulations de l'arbre *l*.

Dans les circonstances où les articulations du

levier *l* ne sont pas utiles, le régulateur est simplifié par la suppression du ressort à boudin *z*, du tube *u*, de la virole *o*, de la boîte *e*, et du support *y*; dans ce cas, la tige *b* est prolongée et réunie par deux clavettes aux cônes *h*, *h'*.

NOTICE

Sur les fers d'Allevard (Isère) produits avec les minerais de fer carbonaté.

Par MM. Émile GUEYMARD, ingénieur en chef des mines;
Et ARVET, conseiller de préfecture à Grenoble, ancien élève de l'École polytechnique.

Quelques semaines avant l'exposition de 1844, nous fûmes priés par M. le préfet de l'Isère de nous rendre sur les forges d'Allevard pour examiner la nature des divers fers, et notamment les essieux de locomotives destinés pour les chemins de fer. Nous allons extraire de nos comptes rendus au jury d'exposition une notice sur les produits de ces usines qui n'est pas sans intérêt.

Avant d'aller sur les lieux, nous avions une connaissance exacte des travaux de MM. l'ingénieur François, Vignoles, Hodgkinson, Nasmyth, Roberts, Hood, Marby, Barlow, Christie, Wollaston, York, Edwards et Arnoux.

La solidité des pièces de résistance et des essieux de locomotives en particulier dépend de plusieurs causes : 1° des matières premières que l'on emploie dans leur fabrication; 2° de cette fabrication elle-même; 3° de l'altération moléculaire que subit le fer par suite des vibrations, des phénomènes électriques et de la chaleur qui se développent dans l'usage. Cette dernière cause, dont on s'est beaucoup occupé dans ces derniers temps à raison des accidents arrivés sur les chemins de fer, a été principalement observée dans les essieux

de locomotives qui se brisent. La fracture de ces pièces, originairement d'un fer nerveux, a toujours présenté les apparences d'un fer aigre et cassant, ayant une cristallisation rhomboédrique et à larges facettes. On a conclu de là et de beaucoup d'observations sur la cristallisation du fer, que la texture nerveuse du fer forgé est factice et due au travail; que la cristallisation n'est qu'un retour à son état primitif; que le fer forgé tend constamment à reprendre l'état cristallin, et que le retour vers cet état ne dépend pas précisément du temps, mais aussi de plusieurs autres circonstances, dont la principale est sans contredit la production des vibrations. Ce phénomène est d'ailleurs analogue à celui que connaissent toutes les personnes qui travaillent le fer, et qui consiste en ce que, si l'on forge à froid ou à une température basse une pièce de ce métal de la meilleure qualité, il se casse quelquefois sous le marteau, ou s'il résiste pour le moment, il perd tellement de sa ténacité qu'il devient susceptible de se rompre sous le moindre coup.

Nos expériences se réduisaient donc : 1° à constater la ténacité et l'état moléculaire du fer en sortant de la forge d'Allevard; 2° à examiner quel effet plus ou moins grand de cristallisation était produit sur ce même fer après l'avoir soumis aux vibrations, à la chaleur et probablement à l'électricité produite par un martelage à froid plus ou moins long, ou plus ou moins énergique; 3° enfin à faire ces essais non sur une pièce destinée pour une exposition, mais sur un produit de la fabrication courante de l'usine.

Nous avons fait fabriquer sous nos yeux, avec de la fonte prise au hasard dans l'établissement,

deux essieux de locomotive; l'un d'eux est celui qui a été exposé, et l'autre a servi aux expériences qui ont été poussées à outrance. En effet, l'épreuve à laquelle on soumet ordinairement les essieux de locomotives pleins, consiste à faire tomber dessus un poids de 304 kilogrammes d'une hauteur de 2^{m},740, et l'on cite comme chose extraordinaire, des essieux creux que quelques personnes pensent être supérieurs aux pleins, lorsqu'ils ont soutenu un choc d'un poids de 508 kilogrammes tombant d'une hauteur de 4^{m},570. L'essieu d'Allevard, après avoir subi les épreuves faites avec un mouton de 300 kilogrammes, et d'un second de 436, a été de nouveau soumis à l'action d'un troisième mouton du poids de 800 kilogrammes, ayant la forme d'un angle obtus dans la partie inférieure, et tombant d'une hauteur de 4^{m},70.

Les détails des expériences que nous allons donner font présumer que le fer d'Allevard est éminemment propre à fabriquer les essieux de locomotives, et que cette fabrication, quoiqu'à l'état naissant dans cette usine, a déjà atteint une grande perfection.

Essieux d'artillerie.

M. Charrière, gérant des forges, avait fait quelques essais sur un essieu d'artillerie quelques jours avant notre départ pour Allevard. Nous allons donner les détails qu'il nous a fournis.

Cet essieu était carré. Le côté de la section était de 0^{m},08, et sa longueur de 1^{m},40. Il était supporté par deux saumons de fonte espacés de 0^{m},85. On a laissé tomber un mouton de 300 kilogrammes sur le centre de l'essieu. Le tableau ci-dessous indique les hauteurs auxquelles le mouton a été

élevé, et les flèches ou courbures totales mesurées à chaque chute.

A 1m,875,	flèche	7 millimètres.
A 2m,375,	—	12
A 3m,275,	—	30
A 3m,835,	—	52

On a examiné l'essieu à chaque coup, et il n'a pas donné la moindre trace de déchirement. Vers le centre de sa courbure, le fer avait blanchi.

On a substitué au mouton de 300 kilogrammes un autre de 436 kilogrammes, et on a obtenu les résultats suivants :

A 4m,525,	flèche totale	85 millimètres.
A 4m,525,	—	110

Il n'y a pas eu, après les deux coups, la moindre trace de déchirement. L'essieu a donc parfaitement résisté après les six coups de mouton.

Nous avons fait confectionner avec des fontes d'Allevard un essieu d'artillerie appelé n° 3, avec trois largets de fer brut, obtenus à la forge comtoise. La section de l'essieu était un carré de 0m,08 de côté. On a placé cet essieu sur deux saumons de fonte, espacés de 0m,78. On avait remarqué les faces de soudure des largets, et l'essieu avait été disposé de manière que ces faces étaient verticales. On a fait tomber au milieu de l'essieu un mouton de 300 kilogrammes, et on a obtenu :

A 1m,875,	flèche totale	8 millimètres.
A 1m,875,	—	13,5
A 1m,875,	—	20,5
A 4m,675,	—	53,0

Après ces quatre coups, l'essieu n'avait ni gerçure ni déchirement. La partie courbée extérieure avait blanchi, et on voyait une espèce de tissu fibreux.

Épreuve sur un larget brut.

Un massiau, sorti du feu comtois, a été porté sous le marteau, et on l'a étiré sous la forme de larget. On sait que cette opération ne donne que du fer brut et soudé imparfaitement.

Sa longueur était de	1^{m},12
Sa largeur de.	0^{m},15
Son épaisseur de. . .	0^{m},055

On l'a placé sur deux supports de fonte, espacés de o^{m},65, et on en a laissé tomber un mouton de 300 kilogrammes au milieu. On a obtenu :

A 0^{m},875	de hauteur,	flèche totale	0 millim.
A 1^{m},275	—	—	2
A 2^{m},275	—	—	23
A 3^{m},275	—	—	50
A 4^{m},705	—	—	92

On a substitué au mouton de 300 kilogrammes celui de 436 kilogrammes élevé à la hauteur de 4^{m},995, on a eu une flèche de 165 millimètres.

Ce larget, ainsi courbé par toutes ces épreuves, a résisté; il n'a pas cassé et n'a présenté sur aucun point des traces de gerçures ou de déchirements. Cette expérience est bien remarquable; elle démontre jusqu'à la dernière évidence l'excessive ténacité du fer d'Allevard.

Essieux de locomotives.

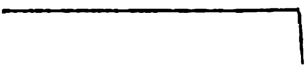
Les essieux de locomotives ont été faits avec trois largets chacun. Nous avons vu produire sous nos yeux six largets au feu comtois avec des fontes d'Allevard, et souder ces largets par trousse de trois, pour faire deux essieux de locomotives. Cette seconde opération se fait au four à réverbère avec la houille de Rive-de-Gier ou de Saint-Étienne. Le marteau dit à la russe, qui a servi à les forger, pesait 300 kilogrammes.

avons voulu utiliser la moitié d'une journée à quelques expériences sur les effets que pouvait produire le martelage à froid, le frottement, les vibrations occasionnées par des chocs répétés sur la ténacité des fers d'Allevard.

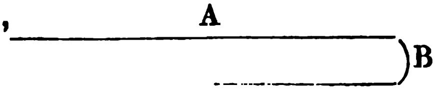
Nous avons pris des barres de fer dans des paquets que M. Charrière expédiait à M. Pont, marchand de fer, et à M. Debar.

On a porté la barre sous le martinet. Le marteau pesait 90 kil.; sa panne ou la surface qui frappait avait $0^m,25$ de long sur $0^m,05$ de large. Les coups étaient précipités dans le sens de la longueur de la barre. Par ces chocs, le fer, qui était à la température de 10°, a indiqué 30°.

On a ployé cette barre avec un marteau à la main, sur une enclume, et on lui a donné la forme (*Pl. XI*, *fig.* 5)



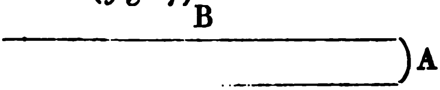
qu'elle a supportée parfaitement bien. Par une seconde épreuve, on lui a fait prendre la suivante (*fig.* 6),



sans gerçures ni déchirements. On a porté cette barre ainsi courbée sous le même marteau, et on a fait frapper 300 coups à froid vers A, dans le sens de la longueur et sur les quatre faces. La température a été portée à 30° environ. On a cherché à la ployer en A avec un marteau à main et sur l'enclume. En frappant fortement, le contre-coup l'a fait ouvrir en B, et en continuant elle s'est cassée. La cassure était grenue, franche, à grains moyens d'acier, sans aspérités ou nerfs. On a continué d'opérer la courbure vers A, et elle s'est faite sans gerçures.

Essai d'une autre barre de fer carrée de 0^{m}0325 *de côté.*

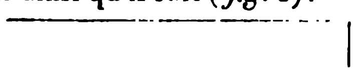
Cette barre, prise dans un paquet de fer vendu, a reçu la forme (*fig.* 7)



Cette opération a été faite à grands coups de masse à la main, par deux forgerons, sur une enclume. On a aperçu vers A deux légères gerçures ou pailles; vers ce même point, on voyait bien l'allongement des fibres ou du nerf pour prendre cette forte courbure. La barre n'ayant pu se rompre en A, on a coupé la moitié de l'épaisseur avec une tranche, et on est parvenu ensuite, à grands coups de marteau, à opérer la rupture. La partie rompue ou déchirée n'offre qu'un mélange de grains et de nerfs.

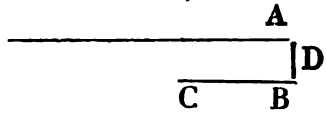
La barre a été portée sous le martinet, et on a frappé six cents coups avec le marteau de 90 kil. sur les quatre faces et dans le sens de la longueur. La section de la barre est restée carrée, et le côté n'avait plus que 0^m,03; la surface était bien unie, bien polie; les arêtes étaient vives; la couleur était devenue blanche; la température a été estimée 60 degrés; il n'y a eu ni gerçures, ni pailles, ni écrasement.

On a porté la barre sur l'enclume pour la courber à grands coups redoublés de marteaux à main; on n'a pas pu la fléchir sur la partie frappée; le fer était devenu dur, et il n'a commencé à ployer que vers la limite de la portion battue au martinet; il a fallu cent vingt-trois coups d'une masse de 15 kil. pour la courber ainsi qu'il suit (*fig.* 8):



La barre ainsi ployée n'a pas présenté de gerçures et de déchirements.

En continuant sur l'enclume, on lui a donné la forme (*fig.* 9) :

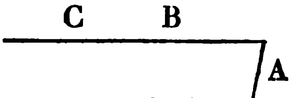


Mais nous devons faire remarquer que les courbures vers les points A et B ont eu lieu, la première sur la partie non martelée, et la seconde sur la limite : la partie BC, qui a reçu les six cents coups, n'a pas pu être courbée.

On a entaillé à moitié la barre vers D; puis on l'a cassée à coups de masse, et la rupture a présenté une cassure à nerfs soyeux, avec quelques grains fins comme ceux d'acier.

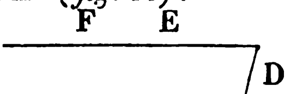
Essais d'une barre de fer carrée de 0m,014 *de côté.*

On lui a donné la forme ci-dessous sur l'enclume (*fig.* 10),



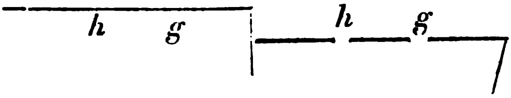
On a coupé au quart le fer vers A; il s'est déchiré sur un quart d'épaisseur; en sorte qu'il en restait la moitié ployé, offrant un mélange de nerfs soyeux et quelques grains comme ceux d'acier. Vers le centre de courbure A, le fer a blanchi : on a coupé la barre vers B.

On a porté cette barre sous le martinet dont le marteau pèse 90 kil. On a frappé cent coups à froid dans le sens de la longueur, et la température a été de 50 degrés environ. On l'a ployée comme il suit sur l'enclume (*fig.* 11) :



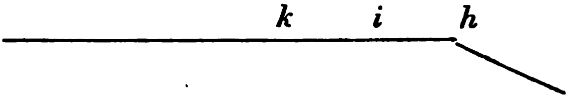
On n'a aperçu ni gerçures ni déchirements; le fer a blanchi, notamment en D.

On a coupé la barre en E, et on l'a portée sous le martinet pour frapper trois cents coups, suivant la longueur et les quatre faces. La température a été assez considérable pour noircir et brûler la peau d'un gant. Le fer est devenu bleu de ciel; ployé à 90°, il a commencé à se déchirer, et à 105° (*fig.* 12),



il s'est cassé. La cassure a présenté des nerfs mélangés de quelques grains fins comme ceux d'acier. Les arêtes sont demeurées vives, sans pailles ou gerçures.

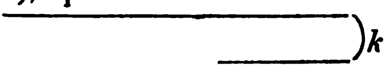
La barre a été coupée en *g*, et on a porté sous le marteau du martinet le reste qui a reçu 600 coups suivant la longueur *gh*. Cette partie est devenue bleu foncé en prenant une température très-élevée. La surface s'est couverte de pailles, et la section carrée ne présentait plus que 0^m,013 de côté. Ployée à 45°, le fer s'est cassé vers *h* (*fig.* 13),



n'offrant plus qu'un grain sans nerf.

Cassé en *i* sur l'enclume, à 0^m,10, la cassure est un mélange de nerfs avec des grains d'acier.

Cassé en *k* (à 0^m,10 de *i*, près de la limite de la percussion), après l'avoir courbé ainsi qu'il suit (*fig.* 14),



et fait usage d'un ciseau, le fer a blanchi et la cassure était toute nerveuse. Le martelage à froid ne change donc pas l'état moléculaire du fer d'Allevard au delà du choc du marteau, ce qui est très-remarquable. On voit qu'un carré de 0^m,014 recevant 100, 300, 600 coups d'un marteau de 90 kil., a subi tout ce qu'on pouvait imaginer de plus fort,

car le fer était déformé à la dernière expérience.

Les résultats que nous venons d'exposer sont d'accord avec les principes que nous avons cités au commencement de cette notice; ils ne peuvent manquer d'intéresser au plus haut degré les métallurgistes et les entrepreneurs des chemins de fer. Nos expériences ont été au delà de tout ce qu'on peut prescrire, car nous avons toujours fini par faire usage de moyens qui tendaient à déformer et à écraser le fer.

Si on résume toutes nos expériences et celles que M. Charrière avait faites précédemment, il faut conclure: 1° que, dans leur état ordinaire, les fers d'Allevard n'ont pas de rivaux en France sous le rapport de la ténacité; 2° que le choc, les vibrations, la chaleur semblent influer moins sur leur état moléculaire que dans les autres fers du commerce; 3° que les essieux parés au rouge sombre, au noir avec un filet d'eau, se réduisant en vapeur et produisant beaucoup d'électricité, ont conservé une tenacité au delà de tout ce qu'on pouvait concevoir. Quel que soit l'avenir des fers d'Allevard et les améliorations qu'on peut apporter à tous les fers en général, il ne faut pas perdre de vue que la vie des hommes dépend de leur ténacité. Mais puisque jusqu'à présent le recuit a donné de si bons résultats, pourquoi ne ferait-on pas supporter cette opération à tous les essieux après un court usage, afin de demeurer dans de larges limites? 22 degrés ont suffi à M. James Nasmyth pour augmenter considérablement la ténacité du fer. Il nous est venu dans la pensée que le recuit des essieux déjà employés pourrait se faire dans l'eau chaude, à des températures qui seraient reconnues les meilleures. On aurait des chaudières de la longueur des essieux avec un thermomètre, et on pourrait pratiquer cette opération avec succès.

RECHERCHES

Sur la composition des roches du terrain de transition;

Par M. SAUVAGE, Ingénieur des mines.

Texture particulière des roches du terrain de transition.—Résultat d'une cause postérieure à leur dépôt.

Les roches du terrain de *transition* ont, dans certaines contrées, une texture particulière qui ne peut être attribuée qu'à une cause postérieure à l'époque de leur dépôt. Il est d'ailleurs incontestable que cette cause ne s'est pas développée immédiatement après la formation de la roche; mais que ses effets se sont fait sentir après le redressement et le froncement des couches. Ce fait intéressant a été observé depuis longtemps par MM. les ingénieurs Parrot et de Hennezel sur les schistes ardoisiers des Ardennes. Non-seulement la masse schisteuse, qui est extrêmement fissile, se divise en feuillets dont les faces de joint ne sont pas parallèles au plan général de la stratification; mais encore, dans les replis nombreux de la couche, dans les ondulations prononcées qui déplacent de plusieurs mètres le prolongement des strates, le parallélisme des feuillets se conserve, et leur direction et leur inclinaison sont les mêmes que dans la partie plane et régulière des couches. Il est donc évident que cette *schistosité* n'est point contemporaine du dépôt; qu'elle lui est postérieure, ainsi qu'au plissement du terrain.

Parallélisme constant des feuillets

Ce fait est général pour toute la formation *ardoisière* des Ardennes. A la vérité, tous les schistes

ne possèdent point cette excessive fissilité de la pierre exploitée à Rimogne et à Fumay; mais tous se laissent diviser plus ou moins facilement suivant un plan oblique à la stratification. Cette tendance au clivage n'est même pas une propriété exclusive du schiste proprement dit; elle se rencontre dans les grauwackes et dans les quartzites les plus durs et les plus homogènes. Les grauwackes se divisent fréquemment en prismes rhomboïdaux, et la cassure des quartzites verts d'une grande dureté, à travers lesquels est percée la nouvelle galerie d'extraction du Moulin-Sainte-Anne, est bien plus facile dans un sens oblique à la couche que suivant toute autre direction.

Clivage des grauwackes et des quartzites.

Il nous a paru intéressant d'étudier la composition intime de ces roches, et de rechercher, notamment pour les schistes, si cette composition n'est point liée à la circonstance de la fissilité; si par exemple des roches recueillies aux extrémités de la série, et dont l'aspect, la texture et le degré de fissilité sont très-différents, présentent des dissemblances essentielles dans l'association des éléments qui les constituent.

Il est intéressant de rechercher la relation qui pourrait exister entre la fissilité et la composition chimique.

Nous avons, parmi les roches de la formation ardennaise, quatre groupes principaux à examiner :

Quatre groupes à examiner.

1° Les schistes;
2° Les quartzites;
3° Les grauwackes et les grès;
4° Des roches porphyriques et dioritiques, enclavées dans les roches précédentes, et dont la liaison avec ces dernières peut conduire à la découverte de faits importants.

Nous commencerons par l'étude des schistes. Dans le cours de notre travail, M. Tchiatcheff,

On commence par l'étude des schistes.

géologue russe, nous a adressé une collection de roches de *transition* qui proviennent des frontières de la Chine et de la Sibérie. L'analogie de quelques-uns de ces échantillons avec les schistes de l'Ardenne nous a conduits à en rechercher la composition, et cette circonstance nous a permis d'établir une comparaison et de généraliser certains résultats.

Comparaison avec des roches de la frontière chinoise.

Nous ne connaissons jusqu'à présent que neuf analyses de schistes. La première fut faite en 1807 par M. Berthier sur celui de Cherbourg. Ce schiste est vert pâle, et contient des grains de quartz et des lamelles de feldspath entre les feuillets. M. Berthier y a trouvé 3 1/2 pour cent de potasse ; mais il fait remarquer que cet alcali pourrait provenir du feldspath, fait qu'il n'a pas vérifié directement.

On connaît, jusqu'à présent neuf analyses de schistes.

Trois autres analyses de *schistes argileux de transition* ont été faites par M. Hermann Frick (Annales de Poggendorf, t. 35, p. 183). Il rapporte en même temps la composition de quatre autres schistes : celui dont il est fait mention dans le Traité de géologie de d'Aubuisson ; celui de Dammesnil en Devonshire ; celui de Goggeneau dans le duché de Nassau ; et celui de Niederselterz en Nassau. Les trois analyses par M. Frick sont de Goslar au Hartz, de Bendorf, près de Cologne, et de Lehsten en Thuringe. Ce chimiste fait remarquer que ces roches ne sont pas homogènes et renferment une partie qui se dissout dans l'acide chlorhydrique. La proportion de cette partie varie de 0,25 aux 0,30 de la masse. Toutes deux renferment des quantités notables d'alcali. Enfin le Journal d'Erdmann, t. XXXI, p. 45, rapporte la composition du schiste argileux de Prague. Ce schiste renferme de la potasse et de la

soude; mais on n'a pas distingué la partie attaquable par les acides de celle qui ne l'est pas.

Ces analyses laissent à désirer.

Toutes ces analyses laissent du reste à désirer; car elles n'indiquent pas le degré de saturation du fer, qui, d'après nos observations, se trouve souvent aux deux états de peroxyde et de protoxyde.

Il y a trois parties distinctes par l'action des acides chlorhydrique et sulfurique.

Non-seulement tous les schistes que nous avons examinés se laissent attaquer en partie par l'acide chlorhydrique, qui les décolore; mais une portion notable du résidu est décomposée par l'acide sulfurique concentré, et ce qui reste après l'action de cet acide n'est plus qu'un mélange de quartz et de débris feldspathiques. Ce réactif (l'acide sulfurique) fournit un excellent moyen d'analyse, et met en évidence la composition des principaux éléments.

Description du mode d'analyse qui a été adopté.

L'analyse complète est faite de la manière suivante :

1° Attaque par HCh.

Le schiste, réduit en poudre impalpable, est traité à plusieurs reprises, par l'acide chlorhydrique concentré et bouillant. La dissolution séparée du résidu par la filtration est soumise à un courant de chlore qui peroxyde le fer; puis rapprochée jusqu'à expulsion de la plus grande partie de l'excès d'acide et étendue d'eau. Les oxydes métalliques et l'alumine sont précipités par le sulfhydrate d'ammoniaque, et la séparation en est opérée par les procédés ordinaires. Avec quelque soin que l'on opère, et lors même que la liqueur contient un excès de sels ammoniacaux, les oxydes entraînent des quantités notables de magnésie. Comme cette terre joue un rôle important dans la composition de la roche, on doit, à chaque opération, rechercher les moindres traces

de magnésie que contient l'oxyde de fer après sa séparation d'avec l'alumine. Dans la liqueur débarrassée de l'excès de sulfhydrate et du soufre, on précipite la chaux par l'oxalate, puis on procède à la recherche de la magnésie et des alcalis (1).

Dosage du peroxyde et du protoxyde de fer.

La recherche des proportions relatives de peroxyde et de protoxyde a toujours été faite sur une autre portion de la matière. On a employé plusieurs méthodes. Tantôt, la dissolution étant toujours opérée à l'abri du contact de l'air, on introduisait, dans le vase même, un poids connu de cuivre pur, et l'on faisait bouillir jusqu'à ce que tout le sel fût transformé en protochlorure. La perte en cuivre faisait connaître la proportion d'oxyde ferrique. Cette opération, qui est simple et facile à exécuter, était répétée au moins deux fois, afin de s'assurer de la concordance des résultats. Tantôt, la séparation était faite dans des liqueurs très-étendues, soit par le carbonate d'ammoniaque introduit goutte à goutte, soit par le carbonate de baryte à froid.

2° Attaque par SO^3.

Après le traitement chlorhydrique, le résidu est mis en suspension à la température de 100° dans une dissolution de potasse pure qui enlève la silice libre. Après la filtration et le lavage, la poudre est agitée à plusieurs reprises dans une grande quantité d'eau acidulée, afin de faire disparaître les dernières traces de l'alcali introduit.

La poudre bien desséchée et pesée est soumise à l'action de l'acide sulfurique, ce qui se fait très-simplement par la manipulation suivante : On introduit la substance au fond d'un petit creuset

---

(1) Voir la note à la fin, p. 461.

de platine, on l'imbibe d'acide sulfurique concentré, et l'on tient la masse sur un bain de sable pendant plusieurs heures à une température voisine de l'ébullition de l'acide sulfurique, en ayant soin de remuer fréquemment à l'aide d'un fil de platine. De cette manière on attaque complétement en deux heures 2 à 3 grammes de matière. Alors on élève graduellement la température pour chasser l'excès d'acide sulfurique; on porte le creuset au rouge sombre, puis on fait digérer la masse sèche dans une petite quantité d'acide chlorhydrique concentré, afin de redissoudre les bases qui pourraient provenir de la décomposition des sulfates. On reprend par l'eau, on filtre, on analyse la liqueur par les méthodes ordinaires. Les alcalis sont dosés à l'état de sulfates. La partie insoluble est lessivée par une dissolution de potasse qui absorbe la silice gélatineuse. Quant au résidu, il est lavé avec de l'eau acidulée, puis attaqué par l'acide fluorhydrique.

3° Attaque par FlH.

Avant d'avoir recours à l'emploi de l'acide sulfurique pour l'analyse des schistes, nous les attaquions à une température élevée par le carbonate de baryte; mais ce réactif présente de nombreux inconvénients. D'abord, pour que l'attaque soit complète, il faut une température très-élevée; il y a perte d'alcali, puis il arrive très-souvent qu'une certaine quantité de baryte reste combinée avec la silice et résiste à l'action de l'acide chlorhydrique, de sorte qu'il y a une erreur inévitable dans le dosage de la silice. Il en résulte que cette méthode ne dispense pas de faire une recherche spéciale de la silice par la fusion avec le carbonate de soude.

L'emploi de l'acide fluorhydrique est très-commode.

L'emploi de l'acide fluorhydrique, dans l'analyse de la plupart des combinaisons siliceuses, nous

paraît infiniment préférable ; l'attaque se fait avec rapidité et sans aucune difficulté.

Huit variétés du schiste ardennais ont été examinées.

Les schistes du terrain ardoisier des Ardennes qui ont été soumis à l'analyse sont :

1° Le schiste gris-verdâtre, à cristaux de fer oxydulé, de Deville.

2° Le schiste gris, avec fer oxydulé de Rimogne.

3° Le schiste gris-bleuâtre de Rimogne.

4° Le schiste gris foncé de Monthermé.

5° Le schiste violet et le schiste rouge de Fumay.

6° Le schiste noir de Fumay.

7° Le schiste vert de Charleville.

8° Le schiste rouge de Charleville.

Ces huit variétés représentent à peu près toute la série des roches schisteuses de la contrée.

1° *Schiste gris verdâtre de Deville.*

Schiste de Deville.

Caractères physiques.

Ce schiste, objet des nombreuses exploitations d'ardoises de Monthermé et de Deville, est gris-verdâtre ou gris clair avec un reflet bleu. Il se laisse diviser en feuillets minces et plans, et on ne distingue entre les lames aucune trace de matière talqueuse ou micacée étrangère à la masse, qui est homogène. Il est criblé de petits cristaux de fer oxydulé, de forme octaédrique allongée, disposés par lignes sensiblement parallèles à leur grand axe. Ces cristaux sont souvent d'une extrême ténuité ; mais d'un autre côté on en rencontre qui ont plusieurs millimètres de diamètre. Il y a aussi quelques pyrites de forme oblique.

Fer oxydulé.

Position géologique.

La direction du schiste est Est-Ouest de la boussole, et les grands axes des octaèdres paraissent dirigés comme l'aiguille aimantée. Plusieurs couches de ce schiste, dont l'épaisseur varie de 4 mè-

tres à 5 mètres, alternent avec des bancs de schiste gris sans aimant et de quarzites. L'ensemble forme au centre du massif ardoisier une grande lentille allongée. Toutes ces assises plongent vers le sud-sud-est, avec une inclinaison moyenne de 45°.

Densité. La densité du schiste est 2,788.

Après l'avoir réduit en poudre on peut extraire, à l'aide du barreau aimanté 0,023, de petits cristaux de fer oxydulé; on parvient ainsi à en débarrasser la substance. Vu au microscope avant la porphyrisation, chaque grain offre l'aspect d'une masse cristalline, amorphe, transparente et incolore. Après la porphyrisation, la couleur est le gris-verdâtre extrêmement pâle.

Difficulté d'attaquer la roche. La matière verte qui colore le schiste est très-difficilement attaquable par l'acide chlorhydrique; d'un autre côté, le mélange des éléments est très-intime. Il en résulte que, pour parvenir à décolorer la roche complétement, il importe de la réduire en poudre impalpable, résultat qui ne peut être obtenu que par la porphyrisation sous l'eau. Chaque particule étant douée de fissilité, c'est le seul moyen de parvenir à la briser et à la diviser.

Malgré ces précautions, il est souvent difficile d'obtenir une entière décomposition par l'acide chlorhydrique; plusieurs traitements successifs sont nécessaires. On tombe alors dans un autre inconvénient; la partie blanche, quoique peu attaquable par cet acide, se laisse cependant décomposer et abandonne une certaine proportion d'alumine et de silice qui pourrait induire en erreur sur la composition de la partie colorante, si l'on poussait l'attaque au delà d'une certaine limite.

Si l'on traite le schiste par l'acide chlorhydrique

sans l'avoir préalablement porphyrisé, et en opérant sur la poudre qui a traversé un tamis de soie, on obtient un résidu blanc. Ce résidu, mis en suspension dans l'eau, paraît composé de lamelles qui réfléchissent la lumière, mais dont l'aspect ne ressemble point à celui du mica. Ces particules ne sont d'ailleurs pas d'égale grosseur, car on peut diviser ce résidu en deux parties assez distinctes; l'une qui reste en suspension dans l'eau et qui est d'une grande ténuité, l'autre plus lourde qui gagne rapidement le fond du vase. Ces deux espèces de sable sont dans le rapport de 3 à 2. Les analyses approximatives ont fait voir qu'elles ne diffèrent pas sensiblement par la composition chimique.

Paillettes cristallines qui restent après l'action de l'acide hydrochlorique.

Nous nous sommes étendus sur ces diverses propriétés, parce qu'elles n'appartiennent pas exclusivement au schiste de Deville; nous les avons constatées sur tous ceux dont nous avons fait l'analyse.

Ces propriétés sont générales et caractérisent les autres schistes aussi bien que celui de Deville.

Toutes ces roches abandonnent, par l'application d'une chaleur soutenue, une petite proportion d'eau. Cette eau ne commence à se dégager qu'à une température déjà élevée, et les dernières traces ne disparaissent que par une longue calcination au rouge vif. Le résidu est coloré en rose pâle.

Action de la chaleur. Eau combinée.

Le schiste de Deville est composé de la manière suivante:

Composition de 1 du schiste.

Silice	0,0318	Partie attaquée par l'acide chlorhydrique : 0,1236
Alumine	0,0220	
Peroxyde de fer	0,0102	
Protoxyde de fer	0,0189	
Protoxyde de manganèse	0,0030	
Magnésie	0,0187	
Une trace de chaux.		
Potasse	0,0016	
Eau	0,0174	
Silice	0,1990	Partie attaquée par l'acide sulfurique : 0,4334
Alumine	0,1602	
Protoxyde de fer	0,0282	
Magnésie	0,0211	
Potasse	0,0249	
Soude, aucune trace.		
Quartz et trace de pierre alcaline.	0,4430	0,4430
	1,0000	1,0000

Les silicates que décompose l'acide sulfurique sont anhydres; car après la dessiccation à l'étuve, ces derniers n'éprouvent à la chaleur blanche, qu'une perte insignifiante.

Composition de 1 gr. de la partie verte.

Une partie de la substance verte est composée de :

Silice	0,2573
Alumine	0,1780
Peroxyde de fer	0,0825
Protoxyde de fer	0,1529
Protoxyde de manganèse	0,0243
Magnésie et trace de chaux	0,1513
Potasse	0,0129
Eau	0,1408
	1,0000

Composition de 1 gr. des autres silicates anhydres.

Une partie des silicates décomposés par l'acide sulfurique renferme :

Silice	0,4591
Alumine	0,3696
Protoxyde de fer	0,0648
Magnésie	0,0489
Potasse	0,0576
	1,0000

2° *Schiste gris verdâtre de Rimogne.*

Il a la plus grande analogie avec le précédent. Il est associé, à Rimogne, au schiste bleu n° 3 qui y est principalement exploité. L'association de ces schistes présente même une circonstance singulière. En effet, toutes les couches exploitées ne conservent pas indéfiniment la même épaisseur, elles s'amincissent dans le sens de la direction horizontale, tantôt vers l'est, tantôt vers l'ouest. Or, toutes celles où le schiste aimantifère domine diminuent d'épaisseur vers l'ouest; les autres au contraire se terminent vers l'est, et les petits aimants se trouvent généralement contre le toit et contre le mur et s'accumulent par conséquent vers le biseau qui fait la limite du banc. Le centre de ce dernier est, sur une grande épaisseur, constitué exclusivement par le schiste gris bleuâtre à texture fine et serrée.

Schiste gris verdâtre de Rimogne.

Son gisement.

La direction et l'inclinaison générales sont sensiblement les mêmes qu'à Deville et à Monthermé. La densité du schiste est 2,79.— Le barreau aimanté lui enlève 0,025 de cristaux de fer oxydulé. Il contient :

Densité.

Cristaux de fer oxydulé.

Composition de 1 gr. de schiste.

Silice.	0,0480	
Alumine.	0,0277	
Protoxyde de fer.	0,0491	
Chaux.	0,0040	0,1736
Magnésie.	0,0212	
Potasse.	0,0025	
Eau.	0,0211	
Silice.	0,1902	
Alumine.	0,1564	
Protoxyde de fer.	0,0245	
Chaux.	0,0070	0,4266
Magnésie.	0,0184	
Potasse.	0,0202	
Soude.	0,0098	
Quartz.	0,3998	0,3998
	1,0000	1,0000

Remarque sur le dosage du fer.

La quantité 0,0491 indiquée pour la proportion du protoxyde de fer de la partie verte est un peu trop forte; car une très-petite partie du fer est à l'état de peroxyde. La séparation n'en a pas été faite. Par suite, la quantité d'eau (0,0211) est aussi un peu trop considérable, car, à la calcination, tout le fer passe à l'état de peroxyde, et pour obtenir le poids réel de l'eau combinée, la perte au feu doit être augmentée de tout le poids de l'oxygène absorbé, or si l'on suppose qu'une partie du fer est déjà au maximum d'oxygénation dans la substance, le poids de cet oxygène sera moins grand.

Une deuxième analyse de la roche, faite par une attaque au creuset d'argent, avec la potasse caustique, a donné des résultats sensiblement égaux aux précédents :

Composition de 1 gr. du premier élément.

Une partie de l'élément attaquable par l'acide chlorhydrique est ainsi composé :

Silice	0,2764
Alumine	0,1595
Protoxyde de fer	0,2829
Chaux	0,0230
Magnésie	0,1221
Potasse	0,0145
Eau	0,1216
	1,0000

Composition de 1 gr. du second élément.

Et une partie des autres silicates renferme :

Silice	0,4459
Alumine	0,3666
Protoxyde de fer	0,0574
Chaux	0,0166
Magnésie	0.0431
Potasse	0,0474
Soude	0,0230
	1,0000

Cette composition diffère peu de celle du schiste de Deville. Dans la partie verte il y a un peu plus de protoxyde de fer, mais en même temps un peu moins de magnésie. Dans les silicates attaqués par l'acide sulfurique, les proportions des divers éléments sont presque identiques ; seulement une partie de la potasse du premier est remplacée dans le second par de la soude ; ces deux éléments se trouvent dans le rapport de 2 à 1.

Présence de la soude

3° *Schiste gris bleu de Rimogne.*

Schiste gris bleu de Rimogne

Caractères physiques.

Ce schiste est à grains très-fin, doux au toucher, très-fissile, sa nuance est plus foncée que celle des schistes précédents. Le tissu en est très-serré, et l'on ne voit, entre les feuillets, aucune trace de matière étrangère à la roche. Sa fissilité n'a point de limite, et à l'aide d'outils suffisamment déliés, on parviendrait à diviser une pierre en feuillets d'une grande ténuité, si l'on avait soin d'opérer au moment où la roche, encore humide, vient d'être extraite de la carrière.

Action du feu sur une lame de schiste.

L'expérience suivante peut donner une idée de cette extrême fissilité et servir à comparer sous ce rapport, divers schistes ardoisiers. On a placé horizontalement, à $0^m,15$ au-dessus d'un feu de charbon, un fragment de schiste d'un décimètre quarré et de deux millimètres d'épaisseur. Au bout de quelques minutes, il a éclaté et s'est divisé en 12 lames planes. Chacune de ces lames avait donc moins de deux dixièmes de millimètre d'épaisseur.

L'analyse de la partie enlevée par l'acide chlorhydrique conduit à des résultats analogues à ceux obtenus sur les autres schistes. Mais la proportion de peroxyde de fer y étant beaucoup plus considé-

rable, nous avons dû rechercher quel rôle joue cet oxyde. Nous avons reconnu qu'il n'entre pas dans la combinaison siliceuse, et qu'étant libre, il n'est point partie essentielle de la substance.

En effet, si l'on fait digérer la poudre du schiste dans l'acide chlorhydrique tiède et affaibli, la dissolution contient la plus grande partie du peroxyde et la moitié environ du silicate. Un second traitement enlève le reste de l'oxyde ferrique, et enfin, si l'on achève l'attaque par l'acide concentré et bouillant, la dissolution ne renferme plus que de l'oxyde ferreux. Le tableau ci-dessous met ces résultats en évidence.

	1er traitement.	2e traitement.	3e traitement.	Total.
Silice.	. . . . .	. . . . .	0,0379	0,0379
Alumine.	0,0090	0,0042	0,0138	0,0270
Peroxyde.	0,0350	0,0168	0,0000	0,0518
Peroxyde de fer correspondant à du protoxyde.	0,0106	0.0058	0,0127	0,0291
Magnésie.	0,0064	0,0028	0,0076	0,0168
Eau.	0,0346	. . . . .	. . . . .	0,0346
Résidu.	. . . . .	. . . . .	0,8019	0,8019
				1,0000

On remarquera que les éléments autres que l'oxyde ferrique : silice, alumine, protoxyde de fer et magnésie ont conservé entre eux les mêmes rapports dans les divers traitements, et qu'en conséquence il y a lieu de supposer que leur réunion constitue une substance homogène.

Pour contrôler ces opérations, on a traité directement, et jusqu'à décoloration complète, une autre partie du schiste, et l'on a obtenu les résultats suivants :

Eau.	0,0346	
Silice.	0,0382	
Alumine et peroxyde de fer.	0,1018	0,1937
Chaux.	0,0015	
Magnésie.	0,0176	
Alcali constaté, mais non dosé.		
Résidu.		0,8063
		1,0000

Qui s'accordent avec les premiers.

Le peroxyde de fer a été dosé directement par le cuivre; on en a trouvé 0,044.

Cela posé, on peut admettre pour la composition d'une partie de cette substance :

Composition de 1 gr. de la partie attaquable par l'acide chlorhydrique.

Peroxyde de fer. .	0,2200
Silice.	0,1910
Alumine.	0,1395
Protoxyde de fer. .	0,1655
Chaux.	0,0075
Magnésie.	0,0880
Eau.	0,1730
Alcali et perte. . . .	0,0155
	1,0000

La teinte gris-bleuâtre est due à une matière organique.

La teinte grise du schiste est due à la présence d'une matière organique. En effet, si l'on agite la poudre du schiste dans l'eau distillée, il se forme d'abord instantanément un premier dépôt verdâtre qui gagne le fond du vase, puis un deuxième dépôt de couleur violacée se superpose lentement au premier, enfin, après un laps de temps assez long, il se produit par-dessus, une couche mince de matière rougeâtre, floconneuse, extrêmement

légère. L'eau qui surnage reste encore laiteuse après plusieurs mois de repos. Si l'eau avec laquelle on a opéré est très-pure, l'addition de quelques gouttes d'azotate d'argent lui donne, par l'exposition au soleil, une nuance vineuse très-prononcée. Ce phénomène décèle la présence d'une matière organique.

Dépôts successifs qui se forment quand la poudre est mise en suspension dans l'eau.

Le dépôt ferrugineux qui forme la tranche supérieure contient approximativement :

Eau.	0,1420
Alumine.	0,0920
Peroxyde de fer. .	0,0920
Magnésie.	0,0024
Silice et résidu. . .	0,6716
	1,0000

La deuxième tranche renferme :

Eau.	0,0372
Alumine.	0,0131
Peroxyde de fer. . .	0,0255
Protoxyde.	0,0082
Magnésie.	0,0082
Silice et résidu. . .	0,9078
	1,0000

Le troisième ne contient plus qu'une trace de peroxyde de fer. Ces expériences font voir que l'oxyde ferrique est à l'état de simple mélange et confirment les premiers résultats signalés ci-dessus.

Caractères du silicate qu'attaque l'acide sulfurique.

Comparaison avec les kaolins.

La partie qui reste après le traitement chlorhydrique a une composition semblable à celle des schistes à aimants. L'acide sulfurique lui enlève 0,377 d'alumine légèrement colorée et met en liberté 0,[illegible] de silice que la potasse dissout.

Ces silicates d'alumine dont la composition pa-

raît, d'après les résultats précédents, se rapprocher de celle qu'exprime la formule AS, diffèrent des kaolins et des argiles ordinaires par l'absence de l'eau de combinaison. Mais ils présentent une certaine analogie avec ces substances par la manière dont ils se laissent attaquer par l'acide sulfurique et par les alcalis. Nous avons déjà signalé le mode d'action de l'acide sulfurique; c'est ce réactif qui a servi aux analyses. D'un autre côté si l'on fait bouillir le schiste pulvérisé avec un grand excès de potasse en dissolution concentrée, la liqueur renferme de l'alumine et de la silice en quantités très-notables, et le résidu fait gelée avec les acides, circonstance qui décèle la présence d'un silico-aluminate alcalin. Toutefois cette action paraît être beaucoup moins énergique que sur les argiles ordinaires.

Action des alcalis en dissolution.

4° *Schiste gris foncé de Monthermé.*

Schiste gris foncé de Monthermé.

Caractères physiques.

Il est beaucoup moins fissile que les précédents, et quoiqu'il possède la tendance schisteuse jusque dans ses plus petits fragments, il ne se laisse diviser avec quelque facilité qu'en grandes lames épaisses. Sa nuance est le gris foncé avec un léger reflet rougeâtre; il contient quelques rares paillettes de mica. Ce schiste forme la limite septentrionale de l'îlot caractérisé par le chiste aimantifère; il est, comme ce dernier, et comme toutes les roches de la contrée, incliné vers le S. S. O.

Gisement.

Par le grillage, la poudre se décolore et prend une teinte rouge clair. C'est donc une matière organique qui lui donne sa nuance enfumée.

Matière organique.

légère. L'eau qui surnage reste encore laiteuse après plusieurs mois de repos. Si l'eau avec laquelle on a opéré est très-pure, l'addition de quelques gouttes d'azotate d'argent lui donne, par l'exposition au soleil, une nuance vineuse très-prononcée. Ce phénomène décèle la présence d'une matière organique.

Dépôts successifs qui se forment quand la poudre est mise en suspension dans l'eau.

Le dépôt ferrugineux qui forme la tranche supérieure contient approximativement :

Eau.	0,1420
Alumine.	0,0920
Peroxyde de fer. .	0,0920
Magnésie.	0,0024
Silice et résidu. . .	0,6716
	1,0000

La deuxième tranche renferme :

Eau.	0,0372
Alumine.	0,0131
Peroxyde de fer. . .	0,0255
Protoxyde.	0,0082
Magnésie.	0,0082
Silice et résidu. . .	0,9078
	1,0000

Le troisième ne contient plus qu'une trace de peroxyde de fer. Ces expériences font voir que l'oxyde ferrique est à l'état de simple mélange et confirment les premiers résultats signalés ci-dessus.

Caractères du silicate qu'attaque l'acide sulfurique.

Comparaison avec les kaolins.

La partie qui reste après le traitement chlorhydrique a une composition semblable à celle des schistes à aimants. L'acide sulfurique lui enlève 0,377 d'alumine légèrement colorée et met en liberté 0,[illegible] de silice que la potasse dissout.

Ces silicates d'alumine dont la composition p-

raît, d'après les résultats précédents, se rapprocher de celle qu'exprime la formule AS, diffèrent des kaolins et des argiles ordinaires par l'absence de l'eau de combinaison. Mais ils présentent une certaine analogie avec ces substances par la manière dont ils se laissent attaquer par l'acide sulfurique et par les alcalis. Nous avons déjà signalé le mode d'action de l'acide sulfurique ; c'est ce réactif qui a servi aux analyses. D'un autre côté si l'on fait bouillir le schiste pulvérisé avec un grand excès de potasse en dissolution concentrée, la liqueur renferme de l'alumine et de la silice en quantités très-notables, et le résidu fait gelée avec les acides, circonstance qui décèle la présence d'un silico-aluminate alcalin. Toutefois cette action paraît être beaucoup moins énergique que sur les argiles ordinaires.

Action des alcalis en dissolution.

4° Schiste gris foncé de Monthermé.

Il est beaucoup moins fissile que les précédents, et quoiqu'il possède la tendance schisteuse jusque dans ses plus petits fragments, il ne se laisse diviser avec quelque facilité qu'en grandes lames épaisses. Sa nuance est le gris foncé avec un léger reflet rougeâtre ; il contient quelques rares paillettes de mica. Ce schiste forme la limite septentrionale de l'îlot caractérisé par le chiste aimantifère ; il est, comme ce dernier, et comme toutes les roches de la contrée, incliné vers le S. S. O.

Schiste gris foncé de Monthermé.

Caractères physiques.

Gisement.

Par le grillage, la poudre se décolore et prend une teinte rouge clair. C'est donc une matière organique qui lui donne sa nuance enfumée.

Matière organique.

légère. L'eau qui surnage reste encore laiteuse après plusieurs mois de repos. Si l'eau avec laquelle on a opéré est très-pure, l'addition de quelques gouttes d'azotate d'argent lui donne, par l'exposition au soleil, une nuance vineuse très-prononcée. Ce phénomène décèle la présence d'une matière organique.

Dépôts successifs qui se forment quand la poudre est mise en suspension dans l'eau.

Le dépôt ferrugineux qui forme la tranche supérieure contient approximativement :

Eau.	0,1420
Alumine.	0,0920
Peroxyde de fer. .	0,0920
Magnésie.	0,0024
Silice et résidu. . .	0,6716
	1,0000

La deuxième tranche renferme :

Eau.	0,0372
Alumine.	0,0131
Peroxyde de fer. . .	0,0255
Protoxyde.	0,0082
Magnésie.	0,0082
Silice et résidu. . .	0,9078
	1,0000

Le troisième ne contient plus qu'une trace de peroxyde de fer. Ces expériences font voir que l'oxyde ferrique est à l'état de simple mélange et confirment les premiers résultats signalés ci-dessus.

Caractères du silicate qu'attaque l'acide sulfurique.
Comparaison avec les kaolins.

La partie qui reste après le traitement chlorhydrique a une composition semblable à celle des schistes à aimants. L'acide sulfurique lui enlève 0,377 d'alumine légèrement colorée et met en liberté 0,[illegible]0 de silice que la potasse dissout.

Ces silicates d'alumine dont la composition pa-

raît, d'après les résultats précédents, se rapprocher de celle qu'exprime la formule AS, diffèrent des kaolins et des argiles ordinaires par l'absence de l'eau de combinaison. Mais ils présentent une certaine analogie avec ces substances par la manière dont ils se laissent attaquer par l'acide sulfurique et par les alcalis. Nous avons déjà signalé le mode d'action de l'acide sulfurique; c'est ce réactif qui a servi aux analyses. D'un autre côté si l'on fait bouillir le schiste pulvérisé avec un grand excès de potasse en dissolution concentrée, la liqueur renferme de l'alumine et de la silice en quantités très-notables, et le résidu fait gelée avec les acides, circonstance qui décèle la présence d'un silico-aluminate alcalin. Toutefois cette action paraît être beaucoup moins énergique que sur les argiles ordinaires.

Action des alcalis en dissolution.

4° *Schiste gris foncé de Monthermé.*

Il est beaucoup moins fissile que les précédents, et quoiqu'il possède la tendance schisteuse jusque dans ses plus petits fragments, il ne se laisse diviser avec quelque facilité qu'en grandes lames épaisses. Sa nuance est le gris foncé avec un léger reflet rougeâtre; il contient quelques rares paillettes de mica. Ce schiste forme la limite septentrionale de l'îlot caractérisé par le chiste aimantifère; il est, comme ce dernier, et comme toutes les roches de la contrée, incliné vers le S. S. O.

Schiste gris foncé de Monthermé.

Caractères physiques.

Gisement.

Par le grillage, la poudre se décolore et prend une teinte rouge clair. C'est donc une matière organique qui lui donne sa nuance enfumée.

Matière organique.

légère. L'eau qui surnage reste encore laiteuse après plusieurs mois de repos. Si l'eau avec laquelle on a opéré est très-pure, l'addition de quelques gouttes d'azotate d'argent lui donne, par l'exposition au soleil, une nuance vineuse très-prononcée. Ce phénomène décèle la présence d'une matière organique.

Dépôts successifs qui se forment quand la poudre est mise en suspension dans l'eau.

Le dépôt ferrugineux qui forme la tranche supérieure contient approximativement :

Eau.	0,1420
Alumine.	0,0920
Peroxyde de fer. .	0,0920
Magnésie.	0,0024
Silice et résidu. . .	0,6716
	1,0000

La deuxième tranche renferme :

Eau.	0,0372
Alumine.	0,0131
Peroxyde de fer. . .	0,0255
Protoxyde.	0,0082
Magnésie.	0,0082
Silice et résidu. . .	0,9078
	1,0000

Le troisième ne contient plus qu'une trace de peroxyde de fer. Ces expériences font voir que l'oxyde ferrique est à l'état de simple mélange et confirment les premiers résultats signalés ci-dessus.

Caractères du silicate qu'attaque l'acide sulfurique.

Comparaison avec les kaolins.

La partie qui reste après le traitement chlorhydrique a une composition semblable à celle des schistes à aimants. L'acide sulfurique lui enlève 0,377 d'alumine légèrement colorée et met en liberté 0,[illegible]0 de silice que la potasse dissout.

Ces [illegible] d'alumine dont la composition p[illegible]

ait, d'après les résultats précédents, se rapprocher le celle qu'exprime la formule AS, diffèrent des kaolins et des argiles ordinaires par l'absence de l'eau de combinaison. Mais ils présentent une certaine analogie avec ces substances par la manière dont ils se laissent attaquer par l'acide sulfurique et par les alcalis. Nous avons déjà signalé le mode l'action de l'acide sulfurique; c'est ce réactif qui a servi aux analyses. D'un autre côté si l'on fait bouillir le schiste pulvérisé avec un grand excès de potasse en dissolution concentrée, la liqueur renferme de l'alumine et de la silice en quantités très-notables, et le résidu fait gelée avec les acides, circonstance qui décèle la présence d'un silico-aluminate alcalin. Toutefois cette action paraît être beaucoup moins énergique que sur les argiles ordinaires.

Action des alcalis en dissolution.

4° *Schiste gris foncé de Monthermé.*

Il est beaucoup moins fissile que les précédents, quoiqu'il possède la tendance schisteuse jusque dans ses plus petits fragments, il ne se laisse diviser avec quelque facilité qu'en grandes lames épaisses. Sa nuance est le gris foncé avec un léger reflet rougeâtre; il contient quelques rares paillettes de mica. Ce schiste forme la limite septentrionale de l'îlot caractérisé par le chiste aimantifère; il est, comme ce dernier, et comme toutes les roches de la contrée, incliné vers le S. S. O.

Schiste gris foncé de Monthermé.

Caractères physiques.

Gisement.

Par le grillage, la poudre se décolore et prend une teinte rouge clair. C'est donc une matière organique qui lui donne sa nuance enfumée.

Matière organique.

légère. L'eau qui surnage reste encore laiteuse après plusieurs mois de repos. Si l'eau avec laquelle on a opéré est très-pure, l'addition de quelques gouttes d'azotate d'argent lui donne, par l'exposition au soleil, une nuance vineuse très-prononcée. Ce phénomène décèle la présence d'une matière organique.

Dépôts successifs qui se forment quand la poudre est mise en suspension dans l'eau.

Le dépôt ferrugineux qui forme la tranche supérieure contient approximativement :

Eau.	0,1420
Alumine.	0,0920
Peroxyde de fer. .	0,0920
Magnésie.	0,0024
Silice et résidu. . .	0,6716
	1,0000

La deuxième tranche renferme :

Eau.	0,0372
Alumine.	0,0131
Peroxyde de fer. . .	0,0255
Protoxyde.	0,0082
Magnésie.	0,0082
Silice et résidu. . .	0,9078
	1,0000

Le troisième ne contient plus qu'une trace de peroxyde de fer. Ces expériences font voir que l'oxyde ferrique est à l'état de simple mélange et confirment les premiers résultats signalés ci-dessus.

Caractères du silicate qu'attaque l'acide sulfurique.

Comparaison avec les kaolins.

La partie qui reste après le traitement chlorhydrique a une composition semblable à celle des schistes à aimants. L'acide sulfurique lui enlève 0,377 d'alumine légèrement colorée et met en liberté 0,440 de silice que la potasse dissout.

Ces silicates d'alumine dont la composition pa-

raît, d'après les résultats précédents, se rapprocher de celle qu'exprime la formule AS, diffèrent des kaolins et des argiles ordinaires par l'absence de l'eau de combinaison. Mais ils présentent une certaine analogie avec ces substances par la manière dont ils se laissent attaquer par l'acide sulfurique et par les alcalis. Nous avons déjà signalé le mode d'action de l'acide sulfurique; c'est ce réactif qui a servi aux analyses. D'un autre côté si l'on fait bouillir le schiste pulvérisé avec un grand excès de potasse en dissolution concentrée, la liqueur renferme de l'alumine et de la silice en quantités très-notables, et le résidu fait gelée avec les acides, circonstance qui décèle la présence d'un silico-aluminate alcalin. Toutefois cette action paraît être beaucoup moins énergique que sur les argiles ordinaires.

Action des alcalis en dissolution.

4° *Schiste gris foncé de Monthermé.*

Schiste gris foncé de Monthermé.

Il est beaucoup moins fissile que les précédents, et quoiqu'il possède la tendance schisteuse jusque dans ses plus petits fragments, il ne se laisse diviser avec quelque facilité qu'en grandes lames épaisses. Sa nuance est le gris foncé avec un léger reflet rougeâtre; il contient quelques rares paillettes de mica. Ce schiste forme la limite septentrionale de l'îlot caractérisé par le chiste aimantifère; il est, comme ce dernier, et comme toutes les roches de la contrée, incliné vers le S. S. O.

Caractères physiques.

Gisement.

Par le grillage, la poudre se décolore et prend une teinte rouge clair. C'est donc une matière organique qui lui donne sa nuance enfumée.

Matière organique.

L'analyse a donné :

Composition de gr. de schiste.

Silice.	0,0555	
Alumine.	0,0506	
Oxyde de fer (dosé à l'état de peroxyde, mais la plus grande partie est à l'état de protoxyde).	0,0466	0,2159
Protoxyde de manganèse.	0,0009	
Magnésie.	0,0110	
Potasse.	0,0028	
Eau et matière charbonneuse.	0,0455	
Silice.	0,2256	
Alumine.	0,1924	
Chaux.	0,0080	0,4549
Magnésie.	0,0031	
Potasse.	0,0160	
Soude	0,0098	
Quartz et quelques paillettes feldspathiques.	0,3292	0,3292
	1,0000	1,0000

Remarque sur l'attaque par l'acide hydrochlorique.

Cette analyse a été faite sur une poudre tout à fait impalpable par décantation. Deux essais qui avaient été tentés préalablement sur une poudre porphyrisée à sec n'avaient pas donné de résultats concordants. Il restait dans la partie inattaquée des proportions variables d'oxyde de fer. On doit en conclure que la partie colorée que décompose l'acide chlorhydrique n'est que difficilement attaquable, et qu'il pourrait se faire que les analyses des schistes de Deville et de Rimogne fussent susceptibles de correction. Il est possible qu'une partie de l'oxyde de fer que dissout l'acide sulfurique provienne du premier élément qui n'aurait pas été décomposé.

Absence du fluor.

On a recherché le fluor dans le schiste de Monthermé sans en trouver aucune trace.

Une partie de l'élément attaqué par l'acide chlorhydrique renferme :

Composition de 1 gr. du premier élément.

Silice	0,2571
Alumine	0,2344
Protoxyde de fer	0,1937
Protoxyde de manganèse	0,0042
Magnésie	0,0649
Potasse et soude	0,0129
Eau et oxygène	0,2328
	1,0000

Une partie du second élément contient :

Composition de 1 gr. du second élément.

Silice	0,4960
Alumine	0,4229
Chaux	0,0172
Magnésie	0,0068
Potasse	0,0356
Soude	0,0215
	1,0000

5° *Schistes violets et rouges de Fumay.*

Schistes violets et schistes rouges.

Leur gisement.

Leur fissilité remarquable.

Ces schistes caractérisent le terrain ardoisier de Fumay et de Haybes, où de nombreuses carrières sont pratiquées. C'est surtout dans les couches de ce schiste dont l'homogénéité et l'extrême fissilité sont remarquables, que l'on observe les faits que nous avons rappelés en commençant ce mémoire. Au Moulin Sainte-Anne, la couche a 8m d'épaisseur. Elle repose sur un petit lit de quarzite dont elle est séparée par un enduit gras. La couche se subdivise parallèlement à ce quarzite en six bancs principaux de pierre ardoise entre lesquels sont intercalés quelques couches minces de quarzites et de grès. Chacun de ces bancs est, à son tour, subdivisé par de petits lits de schiste

vert clair parallèles à la stratification sans que la division schisteuse soit interrompue.

Orientation des feuillets.

La direction générale des couches est à très-peu près la ligne E. N. E. = O. S. O.; la pente vers le sud-est de 27°. La direction des feuillets du schiste est sensiblement la même; mais l'inclinaison est plus grande. Ce plan de clivage fait avec celui de la stratification, un angle de 15° à 20°. A une certaine profondeur dans la carrière; on reconnait que les zones de couleur verte et les lits de grès se contournent en s'élevant, et que l'ensemble de la couche est plissé et le banc rejeté à un niveau plus élevé. L'épaisseur moyenne de ce banc est, à l'endroit des contournements, un peu plus considérable que dans la partie plane et régulière; on y voit quelques fissures remplies de quartz hyalin. Mais au milieu de ces ondulations et de ces plissements, le feuillet reste, dans toute l'épaisseur, parallèle à lui-même et à la première position qu'il occupait dans la couche. Ainsi la *Schistosité* est postérieure au contournement, et même, lorsqu'elle s'est produite, la masse avait déjà acquis un certain degré de dureté et de consistance, puisqu'elle n'avait pu se plisser sans de nombreuses fractures.

Sa constance dans les replis de la couche.

Ce plan de clivage n'est pas le seul que l'on observe dans la pierre; il en existe un second suivant lequel elle se laisse casser beaucoup plus facilement que suivant tout autre. C'est le *longrain*, qui est à peu près perpendiculaire à la couche et dirigé vers le N. 19° O.

Second plan de clivage, le longrain.

Une variété du schiste de Fumay dont la nuance se rapproche de celle de la lie de vin, abandonne à l'acide chlorhydrique les 0,16 de son poids et perd au feu 0,032. [illegible] la pa[illegible] dissoute n'est pas ho-

L'oxyde de manganese et le peroxyde de fer colorent le schiste lie de vin.

mogène. Le tiers de son poids est du peroxyde de fer hydraté auquel le schiste doit sa nuance rougeâtre, qui devient rouge foncé par la calcination.

Il y a en outre une petite quantité d'oxyde de manganèse. Cet oxyde, probablement à l'état libre, donnerait à l'oxyde de fer la teinte noirâtre que l'on observe. Les 0,087 qui restent après la soustraction des oxydes de fer et de manganèse sont composés comme les parties analogues des autres schistes attaquables par l'acide chlorhydrique.

Variété rou du schiste

Une deuxième variété, plus rouge, renferme 0,09 d'oxyde de fer sans oxyde de manganèse, et 0,11 de silico-aluminate hydraté de protoxyde de fer et de magnésie.

Paillettes cristallines.

Le sable que n'attaque pas l'acide est tout à fait blanc, et se compose d'une partie légère, ténue, et d'une partie plus lourde, formée de paillettes cristallines qui diffèrent du mica. Cette poudre légère et ces paillettes ont sensiblement la même composition qui est identique à celle des autres schistes. C'est un mélange de quartz, de paillettes feldspathiques et d'un silicate alumineux avec alcali, attaquable par l'acide sulfurique. On y a trouvé :

Composition du silicate alumineux

Silice.	0,4985
Alumine.	0,4400
Magnésie.	0,0120
Potasse.	0,0446
Soude.	0,0049
	1,0000

Quartz form le tiers de la che.

Débris feldspathiqu

Ce que ne décompose pas l'acide sulfurique, et qui forme le 1/3 du poids total de la roche, est du quartz presque pur. L'acide fluorhydrique y décèle cependant la présence d'une petite quantité de soude.

D'un autre côté, une partie du résidu, après le traitement chlorhydrique, ayant été fondu avec du carbonate de baryte, on a trouvé dans la dissolution des quantités relatives de soude et d'alumine, plus considérables que dans la première analyse. Cette circonstance ne peut s'expliquer que par le mélange avec le quartz de débris feldspathiques.

Corindons. Enfin, quelques parcelles qui avaient échappé à la porphyrisation, n'ayant pas été attaquées par le carbonate de baryte, on a reconnu parmi elles des grains de corindon.

Composition générale du schiste de Fumay. En résumé, les schistes de Fumay sont composés des éléments suivants :

Hydrate de peroxyde de fer et oxyde de manganèse.	0,07 à 0,09
Silico-aluminate hydraté d'oxyde de fer et de magnésie avec traces d'alcali.	0,08 à 0,11
Silicate d'alumine avec alcalis (potasse et soude), anhydre, environ.	0,50
Paillettes de feldspath sodique : albite ou spodumène.	0,04
Quartz.	0,25 à 0,30

6° *Schiste noir de Fumay.*

Schiste noir de Fumay. Il constitue plusieurs couches inférieures au schiste violet; il présente, à la couleur près, les mêmes caractères que ce dernier. Il est, comme lui, très-fissile, à grain fin et sans aucune trace de matière micacée ou talqueuse.

On n'a analysé que la portion attaquable par l'acide chlorhydrique, laquelle forme les 0,25 du schiste, et se compose de :

Peroxyde de fer.	0,0222	Composition de la partie attaquable par HCh.
Silice.	0,0693	
Alumine.	0,0170	
Protoxyde de fer.	0,0380	
Magnésie.	0,0195	
Alcali (non dosé).		
Eau et matière charbonneuse.	0,0540	
	0,2500	

et sur un :

Peroxyde de fer.	0,0888	Composition de 1 gr. de cette substance.
Silice.	0,2772	
Alumine.	0,1880	
Protoxyde de fer.	0,1520	
Magnésie.	0,0780	
Eau et matière charbonneuse.	0,2160	
	1,0000	

7° *Schiste vert et schiste rouge de Charleville.*

Schiste vert et schiste rouge de Charleville.

Caractères physiques. Ils sont moins fissiles que les précédents.

Ces schistes, qui alternent avec des couches de grauwacke, sont beaucoup moins fissiles et de texture plus grossière que ceux qui viennent d'être décrits. Le clivage ne donne plus que des lames irrégulières et d'épaisseur inégale. La roche est impropre à la fabrication des ardoises. Toutefois, la division schisteuse se retrouve encore jusque dans les plus petits fragments.

Le schiste vert renferme :

1° Silicate hydraté attaquable par l'acide chlorhydrique.	0.27	Composition du schiste vert.
2° Silicates anhydres attaquables par l'acide sulfurique.	0,30	
3° Quartz et traces de pierre alcaline.	0,43	
	1,00	

Le schiste rouge n'en diffère que par la présence

d'une certaine quantité de peroxide de fer, et les 0,27 se partagent ainsi :

Hydrate de peroxyde de fer.	0,03
Silico-aluminate de fer et de magnésie. . .	0,24

Le silicate de couleur verte a donné à l'analyse:

Composition du silicate de couleur verte.

Silice.	0,2929
Alumine.	0,2173
Protoxyde de fer.	0,2191
Protoxyde de manganèse. . .	0,0171
Magnésie.	0,1060
Chaux.	0,0102
Potasse.	0,0089
Eau.	0,1285
	1,0000

et le sable attaqué par l'acide sulfurique:

Composition des autres silicates.

Silice.	0,4690
Alumine.	0,4100
Oxyde de fer.	0,0450
Magnésie et traces de chaux. .	0,0260
Alcali et perte.	0,0500
	1,0000

Incertitudes des analyses.

Mais nous devons faire remarquer que ces analyses présentent quelque incertitude, à raison de la difficulté qu il y a d'attaquer complétement le premier élément sans altérer le second. Celui-ci est décomposé d'une manière sensible, quoique trèslente, par l'acide chlorhydrique, et d'un autre côté il est difficile d'enlever tout le silicate ferreux à l'aide de ce réactif. Ainsi, d'une part, il est probable que les proportions de silice et d'alumine du premier silicate sont un peu trop fortes, et de l'autre, que l'oxyde ferreux n'appartient pas tout entier au second élément.

La cause de la fissilité n'a point modifié la composition chimique.

En comparant entre elles les analyses des schistes que nous venons de décrire, on reconnaît qu'en quelque point de la série, en quelque partie des divers étages que l'on considère ces roches complexes, leur composition est à peu près la même. Quelle que soit sa texture et son degré de fissilité, le schiste résulte de l'association des mêmes éléments en proportions variables, et ces proportions elles-mêmes ne sont liées en aucune façon aux propriétés physiques. On peut déduire de ces faits cette conclusion : *Que la cause qui a produit la fissilité postérieurement au dépôt et au relèvement des couches, n'a point agi sur la composition même de la roche, et n'a apporté aucune modification à l'association des éléments qui la constituent.*

Discussion de composition des schistes.

La discussion de la composition chimique des divers parties des schistes conduit à quelques résultats intéressants. On reconnaît que cette composition est simple et peut se rapporter à des espèces minéralogiques assez nettement définies. Nous commencerons par l'étude de l'élément décomposable par l'acide chlorhydrique. Le tableau suivant présente l'ensemble des résultats obtenus sur les divers échantillons.

Élément attaquable par l'acide chlorhydrique.

Tableau de la composition du premier élément.

	Schiste de Deville. (1)	Schiste vert de Rimogne. (2)	Schiste bleu de Rimogne. (3)	Schiste de Monthermé. (4)	Schiste noir de Fumay. (5)	Schiste de Charleville. (6)
Peroxyde de fer.	0,0820	. . . .	0,2200	(*a*)	0,0888	. . . .
Silice.	0,2573	0,2764	0,1910	0,2571	0,2772	0,2020
Alumine.	0,1780	0,1595	0,1395	0,2344	0,1882	0,2173
Protoxyde de fer.	0,1529	0,2829	0,1055	0,1868	0,1520	0,2191
— de manganèse.	0,0243	. . . .	. . . .	0,0042	. . . .	0.0171
Chaux.	. . . .	0.0230	0.0075	. . . .	. . . .	0,0102
Magnésie.	0,1513	0,1221	0,0880	0,0718	0,0780	0,1060
Potasse.	0,0129	0,0145	0,0155	0,0120	non dosé	0,0089
Soude.	. . . .	. . . .				
Eau.	0,1408	0.1210	0,1730	0,2328 (*b*)	0,2160	0.1285
	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000

Proportions d'oxygène.

	Schiste de Deville. (1)	Schiste vert de Rimogne. (2)	Schiste bleu de Rimogne. (3)	Schiste de Monthermé. (4)	Schiste noir de Fumay. (5)	Schiste de Charleville. (6)
Du peroxyde de fer. . . .	0,0251	. . . .	0,0674	. . . .	0.0272	. . . .
De la silice.	0,1337	0,1436	0,0992	0,1335	0,1440	0,1521
De l'alumine.	0,0881	0,0745	0,0651	0,1095	0,0878	0,1015
Du protoxyde de fer. . .	0,0348	0,0644	0,0377	0.0425	0,0346	0,0499
— de manganèse.	0,0054	. . . .	. . . .	0,0009	. . . .	0,0038
De la chaux.	. . . .	0.0064	0,0021	. . . .	. . . .	0,0031
De la magnésie.	0.0586	0,0473	0,0341	0,0280	0.0302	0,0410
De la potasse.	0.0022	0.0025	0,0022	0 0025	»	0,0015
De la soude.	. . . .	. . .			»	
De l'eau.	0.1151	0,1081	0,1537	0.2069	0,1920	0,1142

(*a*) Il y a une petite quantité de peroxyde de fer qui est comprise, à l'état de protoxyde dans les 0,1868 d'oxyde ferreux.

(*b*) Y compris l'oxygène qui, combiné avec une partie du protoxyde de fer, forme l'oxyde ferrique du schiste.

Schiste de Deville.

La partie attaquable par l'acide hydrochlorique peut être représentée très-exactement par la formule $\dddot{R}\,\dot{r}^3$.

Le peroxyde de fer étant à l'état d'hydrate en simple mélange, si l'on admet que ce soit de l'hydrate ordinaire Fe^2Aq, il restera dans le schiste n° 1, 0.1026 pour la quantité d'oxygène de l'eau qui fait partie de la combinaison silicatée. La somme des quantités de l'oxygène des bases à un atome est 1010 : ces deux nombres, que l'on peut considérer comme égaux entre eux, ne sont en rapport simple, ni avec l'oxygène de la silice, ni avec celui de l'alumine; mais si l'on considère cette dernière comme jouant le rôle d'un élément électro-négatif, et qu'on l'associe à la silice, on aura pour la quantité d'oxygène de la silice et de l'alumine. 0,2168

D'un autre côté, si l'on ajoute l'oxygène des bases à un atome 0,1010
A celui de l'eau 0,1026

Le total 0,2036 0,2036

se rapproche assez de 0,2168, pour que l'on puisse attribuer la différence aux erreurs d'analyse. La substance serait alors très-simplement et très-exactement représentée par (A, S) (r, Aq), r représentant le protoxyde de fer et la magnésie. Pour un atome de r, il y a un atome d'eau, et pour un atome de protoxyde de fer, r contiendrait deux atomes des autres bases. Enfin, l'oxygène de la silice est à celui de l'alumine, comme 3 est à 2. La formule minéralogique serait $\dddot{R}\,\dot{r}^3$ dans laquelle $\dddot{R}$ représenterait la silice et l'alumine $(\frac{1}{3}\dddot{Al} + \frac{2}{3}\dddot{S})$, et $\dot{r}$ les oxydes et l'eau...$(\frac{1}{6}\dot{Fe} + \frac{1}{6}\dot{Mg} + \frac{3}{6}\bar{H})$

Le schiste vert de Rimogne a la même formule.

Si l'on examine le n° 2, on arrive à des résultats identiques.

En effet, la somme des quantités d'oxygène de

Le quart de la magnésie est remplacé par son équivalent de protoxyde de fer.

la silice et de l'alumine est 0,2181

L'oxygène des bases est. . . .	0,1205	
Id. de l'eau.	0,1081	
dont la somme.	0,2286	0,2286

diffère peu de 0,2181. D'ailleurs, cette différence s'explique, si l'on se rappelle qu'une petite quantité de fer est à l'état de peroxyde et doit être retranchée de la somme des bases. Cette circonstance conduit en même temps à admettre l'égalité entre l'oxygène de ces bases et celui de l'eau. En outre, pour un atome de protoxyde de fer, il y a un atome des autres bases, magnésie, etc., et r serait égal à $\frac{1}{4}\dot{F}e + \frac{1}{4}\dot{M}g + \frac{1}{2}\dot{H}$.— L'oxygène de la silice est à celui de l'alumine à peu près comme 2 est à 1.

Le schiste bleu de Rimogne appartient probablement aussi à la même espèce.

Le n° 3 doit rentrer aussi dans la même formule, quoique les nombres donnés par l'analyse s'en écartent sensiblement. En effet, la somme des quantités d'oxygène de la silice et de l'alumine égale 0,1643

En déduisant de l'oxygène de l'eau 0,0337 qui sont combinés avec l'oxyde de fer libre, il reste pour l'oxygène de l'eau combinée	0,1200	
L'oxygène des oxydes est. . .	0,0764	
	0,1964	0,1964

Le total 0,1964 est plus considérable que celui qui correspond à la silice et à l'alumine. Mais cette augmentation peut s'expliquer d'une manière satisfaisante. D'un côté, il faut diminuer la proportion d'eau de la petite quantité de bitume qui colore le schiste; de l'autre, on sait que l'attaque par l'acide chlorhydrique est difficile, et que dans ce cas particulier une partie du fer que contenait le

résidu, provenait du silicate ferreux inattaqué. Or, la quantité d'eau que donne la calcination correspond à tout ce silicate ferreux, et non point seulement à la partie attaquée; ainsi, dans les nombres ci-dessus, l'oxygène de l'eau est en réalité trop considérable. Enfin, on fera remarquer que le rapport des quantités d'oxygène de la silice et de l'alumine réunies à l'oxygène des bases, est bien le nombre 2, comme dans les formules précédentes :

Même formule pour le schiste de Monthermé. — La moitié des bases est remplacée par quantité équivalente d'eau.

La discussion n° 4 offre un intérêt particulier. D'abord elle fait voir que la formule $\ddot{\ddot{R}}\, r^3$ est générale, et subsiste toujours malgré les variations de proportions des divers éléments; ensuite elle montre que l'eau joue bien le rôle de base, et peut remplacer atome à atome les oxydes métalliques.

L'oxygène de la silice et de l'alumine est. 0,2430
Celui des bases à un atome moins le fer. 0,0311
On sait qu'une partie de l'oxyde de fer est à l'état d'oxyde ferrique, et en faisant l'hypothèse vraisemblable d'un rapport simple entre l'oxyde de fer et la magnésie, on admettra pour l'oxygène du protoxyde. 0,0311
Total. . . 0,0622

Il restera pour l'oxygène à compter au peroxyde 0,0114 qui correspond à protoxyde 0,0500
peroxyde 0,0551

La différence 0,0051 est l'oxygène à soustraire de 2328 (qui représente l'eau et l'excès d'oxygène).

nous avons cherché à en trouver de mieux caractérisées, sur lesquelles l'analyse pût être faite avec toute la précision désirable. L'une des roches de la collection de M. Tchiatcheff nous a mis à même de faire cette recherche, qui est venue pleinement confirmer les résultats précédents. C'est une roche feuilletée qui provient de la rive droite du torrent du mont Tasxile, frontière de la Chine (1). Elle est formée de lames irrégulières, d'un millimètre environ d'épaisseur, formées par un minéral blanc, cristallin, saccaroïde. On y distingue de petites lames cristallines, brillantes, dont les unes ressemblent à de l'albite, les autres à du quartz. Ces lames sont séparées les unes des autres par un mince feuillet d'une substance luisante, d'un blanc vert foncé, qui, à la loupe, a l'apparence d'écailles superposées. Cette substance, difficilement attaquable par l'acide chlorhydrique, se laisse cependant décomposer entièrement par ce réactif. La roche en renferme 0,228, et se compose des parties suivantes :

Caractères physiques de cette roche, du mont Tasxile.

Sa composition générale.

Carbonate de chaux pur.	0,200
Substance verte, écailleuse (*chlorite*).	0,228
Partie terreuse, anhydre, attaquable par l'acide sulfurique et analogue à la partie du schiste ardennais que ce réactif décompose.	0,056
Albite de la formule $\dot{N}a\,\dddot{S}i + \dddot{A}l\,\dddot{S}i^3$.	0,200
Quartz.	0,316
	1,000

(1) Nous renvoyons, pour les détails du gisement, à l'ouvrage que publie en ce moment M. Pierre Tchiatcheff : *Voyage dans l'Altaï oriental*, etc.

La substance verte a donné à l'analyse :

Analyse de la substance verte.

		Oxygène.		
Silice.	0,2977	0,1546	. . .	0,2238
Alumine.	0,1482	0,0692		
Protoxyde de fer. .	0,2560	0,0583	0,0583	0,1188
Mognésie.	0,1300	0,0506	0,0605	
Chaux.	0,0300	0,0086		
Potasse.	0,0081	0,0013		
Eau.	0,1300	0,1155		0,1155

Formule $\dddot{R}$ rs.

Les rapports des quantités d'oxygène sont presque exactement :

Silice et alumine. . . .	4
Protoxyde de fer.	1
Magnésie.	1
Eau.	2

qui conduisent à notre formule générale $\dddot{R}\,\dot{r}^3$, $\dot{r}$ étant égal à $\frac{1}{4}\dot{f}e + \frac{1}{4}\dot{M}g + \frac{1}{2}\dot{H}$.

Comparaison avec les chlorites d'Allemagne.

Ces chlorites sont bien représentées par la formule $\dddot{R}$ rs.

La composition des lamelles vertes du mont Tasxile, abstraction faite de la petite quantité de potasse, se rapproche beaucoup de certaines *chlorites* analysées par M. Kobell (journal d'Erdmann 1839), et pour lesquelles on a admis des formules assez compliquées. A ce sujet, nous avons été conduit à examiner les diverses analyses des minéraux que les minéralogistes allemands désignent sous le nom de *chlorites*, et à reconnaître que la formule simple $\dddot{R}\,r^3$ s'applique d'une manière satisfaisante à toutes les variétés de ces chlorites.

Discussion de la composition de deux ripidolithes et de deux chlorites analysées par M. Kobell.

En reprenant d'abord les analyses de M. Kobell rapportées dans les extraits publiés par M. P. B., on trouve pour les quantités d'oxygène déduites des nombres des anayses :

	Ripidolithe de Schwarzenstein.	Ripidolithe de Achmatof.	Chlorite de Zillerthal.	Chlorite de Raures.
Silice.	1,607	1,615	1,419	1,353
Alumine. . . .	680	798	966	862
Protoxyde de fer.	136	87	346	612
— de manganèse.	5	11	10	15
Magnésie.	1,281	1,331	763	568
Eau.	1,075	1,084	1,066	928

M. Kobell admet, pour les deux premières, les Ripidolithes, la formule

$$\mathrm{Mg}\,\dddot{\mathrm{Si}}^3 + 3\,(\mathrm{A,F})\,\mathrm{Si}^3 + 4\mathrm{Mg}\,\mathrm{Aq},$$

et pour les deux autres

$$2\,\mathrm{Mg}\,\mathrm{A}^3 + 3\mathrm{Mg}^2\,\mathrm{Si}^3 + 6\,\mathrm{Aq}.$$

Indépendamment de la complication de ces formules, il nous paraît difficile d'admettre que deux minéraux dont les caractères extérieurs sont presque identiques, soient représentés par des formules si différentes. Il semble bien, en effet, que la Ripidolithe ne soit que de la chlorite dans laquelle le fer est remplacé par son isomorphe, la magnésie. Mais si d'une part on additionne les quantités d'oxygène de la silice et de l'alumine, et de l'autre l'oxygène des bases y compris l'eau, on trouvera :

Ripidolithe de Schwarzenstein. .	2,377	:	2,497
— d'Achmatof.	2,413	:	2,513
Chlorite de Zillerthal.	2,385	:	2,285
— de Raures.	2,215	:	2,221

Ces nombres sont, pour chaque substance, trop

près de l'égalité, pour qu'on ne doive pas attribuer les différences aux erreurs inévitables de la manipulation. D'ailleurs, en calculant la composition d'après la formule que nous proposons, on arrive à des résultats plus rapprochés de ceux des analyses que par les formules de M. Kobell.

Chlorite des Pyrénées analysée par M. Delesse.

La chlorite des Pyrénées analysée par M. Delesse (thèse sur l'emploi de l'analyse chimique en minéralogie) rentre aussi parfaitement dans la formule $\dddot{R}\ r^3$. Voici les nombres que donne M. Delesse :

	Oxygène.	
Silice.	0,167	Somme. 0,253
Alumine.	0,086	
Protoxyde de fer.	0,002	Somme. 0,251
Magnésie.	0,142	
Eau.	0,107	

M. Delesse donne la formule :

$$3 A Si + Mg Si^3 + 4 Mg Aq$$

qui est précisément celle qu'admet M. Kobell pour la ripidolithe. Or, de cette formule on passe immédiatement à la nôtre : car,

$$(3\ A + 3\ Si + 3\ Si)\ (5\ Mg + 4\ Aq) =$$

$$[9\ (A,S)]\ [9\ (Mg,\ Aq)] = \dddot{R},\ r^3$$

La formule de M. Berzelius rentre dans celle que nous proposons.

La formule de M. Berzelius, pour les chlorites d'Allemagne :

$$2\ \dot{M}g^2\ Si + \dot{M}g\ \dddot{A}l + 4\ Aq$$

équivaut aussi à $\dddot{R}\ r^3$.

Chlorites cristallines d'Ala et de Slatoust.

Les chlorites hexagonales d'Ala et de Slatoust analysées récemment par MM. Marignac et Descloiseaux (bibliothèque de Genève, janvier 1844) rentrent aussi dans cette formule. En effet, ces analyses donnent pour les proportions d'oxygène

Silice.		1,447	2,496
Alumine.	908	1,049	
Peroxyde de fer. .	141		
Magnésie.		1,288	2,301
Eau.		1,113	

qui conduisent à 2496 et 2301 pour les rapports cherchés. Si l'on admettait que le fer que MM. Marignac et Descloiseaux ont trouvé à l'état de peroxyde fût à l'état de simple mélange, ces nombres deviendraient 2355 et 2301 et seraient à peu près égaux. Mais même en ne faisant pas cette supposition la formule simple (AS) (Mg,'Aq) conduit à des nombres aussi rapprochées de ceux de l'analyse que la formule compliquée qu'ils ont donnée:

$$6\ Si\ Al^2 + 12\ Si\ Mg\ Aq + Mg^3\ Aq$$

laquelle a, en outre, l'inconvénient de ne rentrer dans aucune de celles précédemment établies. A la vérité les auteurs ont cherché à la rapprocher de celle des Ripidolithes, en faisant remarquer qu'une petite portion de la magnésie pourrait bien être remplacée par de l'eau, et à ce sujet, ils ajoutent que M. Varrentrap a trouvé pour une variété du Saint-Gothard les rapports :

Chlorite du St-Gothard par M. Warrentrap.

Silice.	12	18
Alumine. . .	6	
Magnésie. . .	12	18
Eau.	6	

qui ne peut rentrer dans les Ripidolithes qu'en supposant qu'une portion de l'eau est remplacé par un équivalent de magnésie. Tous ces faits confirment l'exactitude de notre formule.

Pennine analysée par MM. Marignac et Descloiseaux.

Enfin la pennine, analysée par MM. Marignac et Descloiseaux qui expriment ce minéral par

$$2\ Al^3\ Mg + 5\ Si^3\ Mg^2\ Aq^2,$$

conduit encore à $\dot{\dot{\dot{R}}}\ r^3$; et la composition déduite

de cette formule est aussi rapprochée de celle donnée par la moyenne des analyses.

En résumé formule très-générale et très-simple $\dddot{R}\,r^3$ convient à toutes ces espèces.

En résumé nous pensons que les espèces minérales désignées sous le nom de *chlorites* par les minéralogistes allemands sont fort exactement représentées par la formule simple $\dddot{R}\,r^3$; et nous sommes d'autant mieux fondé à proposer cette formule, que d'un côté il ne paraît exister entre la silice et l'alumine aucun rapport constant, et que, de l'autre, les proportions relatives de protoxyde de fer, de magnésie et d'eau, variant entre elles, la somme de leur proportion d'oxygène reste constante. Ces trois bases peuvent se substituer l'une à l'autre. Dans certaines chlorites, le rapport de l'oxygène de l'eau et de celui des autres bases est simple et tel qu'il y a pour un atome d'eau deux atomes des oxydes, comme dans la chlorite du Saint-Gothard; dans d'autres, notamment dans la plupart de celles que nous avons analysées et qui constituent un des éléments des schistes, il y a un atome d'eau pour un atome des bases métalliques réunies. Enfin, la proportion d'eau peut s'élever jusqu'au rapport de trois atomes pour un seul des bases, comme dans les schistes de Monthermé et de Fumay. Cette dernière circonstance est même une des meilleures preuves en faveur de notre opinion, puisque dans ces chlorites, où l'eau est en si forte proportion, le rapport simple établi ci-dessus subsiste toujours.

Examen de l'élément des schistes attaquable par l'acide sulfurique.

Après cette digression sur la *chlorite*, à laquelle se rapporte un des principaux éléments des roches que nous étudions, nous arrivons à l'examen du second élément que décompose l'acide sulfurique, après la décoloration de la substance par l'acide chlorhydrique.

Le tableau ci-dessous en présente la composition:

Tableau des compositions.

	Schiste de Deville. (1)	Schiste de Rimogne. (2)	Schiste de Monthermé. (3)	Schiste de Fumay. (4)	Schiste de Charleville. (5)
Silice.	0,4591	0,4459	0,4960	0,4985	0,4690
Alumine.	0,3696	0.3666	0,4229	0,4400	0,4100
Protoxyde de fer.	0,0648	0.0574	»	»	0,0450
Chaux.	»	0,0166	0,0172	»	»
Magnésie.	0,0489	0,0431	0,0068	0,0120	0,0260
Potasse.	0,0576	0,0474	0,0356	0,0446	0,0500
Soude.	»	0,0230	0,0215	0,0049	
	1.0000	1,0000	1.0000	1,0000	1,0000

Proportions d'oxygène.

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Silice.	0,2385	0,2316	0,2577	0,2590	0,2436
Alumine.	0,1720	0,1712	0,1975	0,2055	0,1915
Protoxyde de fer. . . .	0.0147	0,0131	»	»	0,0102
Chaux.	»	0,0047	0.0048	»	»
Magnésie.	0,0189	0,0167	0,0026	0,0046	0,0101
Potasse.	0,0098	0,0080	0,0060	0,0076	0.0084 ?
Soude.	,	0,0058	0,0055	0.0013	

lumine et ...ses ne sont ...u même de- ...de satura-

De la première inspection de ces nombres, il résulte 1° que le rapport entre l'oxygène des bases et l'oxygène de la silice n'est pas simple et par conséquent que l'alumine et les bases à un atome ne sont pas au même degré de saturation; 2° que le silicate doit être voisin du silicate AS.

silicate est ...i de AS.

La formule des schistes de Monthermé et de Fumay est $\ddot{A}\ddot{S}$, $\dot{R}\ddot{S}$.

Si l'on prend le n° 3 et le n° 4, dont la composition est la plus simple et qui ne renferment pas de fer, et que l'on considère les terres et les alcalis comme appartenant à un trisilicate, on arrive à une formule très-simple qui coïncide singulièrement avec les résultats de l'analyse. En effet, l'oxygène de ces bases réunies est 0,0189; le triple est 0,0567. Si l'on retranche cette quantité de l'oxygène de la silice, il restera 0,2010. Or, l'oxygène de l'alumine est 0,1975; on est donc naturellement conduit au silicate AS, de sorte que la formule serait AS, (Ca Mg, Ka, Na) S^3, qui traduite atomiquement donne la formule très-simple $\ddot{A}l\,\dddot{S}i$, $\dot{R}\,\dddot{S}i$: $\dot{R}$ égale approximativement ($2\dot{M}g + 2\dot{N}a + 3\dot{K}a$).

Le schiste n° 4 conduit à la même formule, et de plus, comme le trisilicate ne renferme que de la magnésie et des alcalis, on remarque que l'oxygène des alcalis est sensiblement le double de celui de la magnésie, ce qui donnerait ($2\dot{K}a + \dot{M}g$) $\dddot{S}i^3$.

Les schistes de Deville et de Rimogne sont aussi en grande partie formés de AS. Les autres silicates sont plus complexes.

Les n°s 1 et 2 ne donnent pas une formule aussi simple. Toutefois, dans le n° 1, si l'on forme le silicate AS, il reste, pour l'oxygène de la silice, 0,0659 qui est à 0,0434, oxygène des bases, comme 3 : 2. Le silicate mélangé à AS serait donc exprimé par $(\dot{F}e, \dot{M}g, \dot{K}a)^2\,\dddot{S}i$.

Dans le n° 2 le silicate AS étant formé, les proportions d'oxygène de la silice et des bases ne sont plus en rapport simple. Il est probable que ces éléments ne constituent pas, par leur réunion, une espèce unique, mais divers silicates. La présence du protoxyde de fer semblerait annoncer

des traces d'un élément amphibolique. D'ailleurs, on sait qu'il y a incertitude sur ce protoxyde de fer et qu'une partie pourrait appartenir à la chlorite que l'acide chlorhydrique n'aurait pas complétement attaquée. Quoi qu'il en soit, il paraît certain que le silicate $\dddot{A}l\ \ddot{S}i$ constitue en grande partie la portion du schiste attaquable par l'acide sulfurique, et qu'il est mélangé d'autres silicates plus ou moins complexes à base de protoxyde de fer, de magnésie et d'alcali.

C'est, abstraction faite de l'eau, la même composition que certains kaolins et certaines argiles.

Le n° 5 conduit à des résultats analogues. Abstraction faite de l'eau, la composition de ces silicates est celle de certains kaolins et de certaines argiles. M. Berthier a fait voir que le kaolin de Limoges est très-exactement représenté par la formule $(AS + \frac{2}{3} Aq), MgS^3$. (Sur le kaolin et sur les argiles, par M. P. Berthier). Si l'on retranche l'eau, on aura la formule des schistes de Monthermé et de Fumay. M. Berthier a fait voir aussi que d'autres kaolins et diverses argiles, telles que la Wacke de Siegen, renferment de notables proportions d'alcali.

Autre analogie par la similitude du mode d'action de l'acide sulfurique.

Par la manière dont ils se comportent avec l'acide sulfurique et avec les alcalis caustiques nos schistes ont encore un caractère commun avec les argiles; mais ils en diffèrent essentiellement par l'absence de l'eau de combinaison. Ces silicates sont incontestablement le produit de la décomposition de feldspaths potassiques ou sodiques et magnésiens, ou de minéraux analogues, tels que spodumène, etc., dont on retrouve des parcelles indécomposées au milieu du quarz qui forme le tiers du poids total de la roche. Seulement le mode de décomposition a différé essentiellement de ceux qui ont produit les kaolins et les argiles

Ces silicates sont le produit de la décomposition de masses feldspathiques.

et qui sont variables entre eux, mais qui du moins ont le caractère commun d'avoir fixé une certaine quantité d'eau de combinaison au silicate d'alumine. A l'époque du terrain *Silurien*, les circonstances sous l'influence desquelles d'énormes masses de feldspath se sont décomposées, ont été telles que le silicate AS a pris naissance sans que l'eau pût s'y combiner. On ne saurait admettre, en effet, que l'absence de l'eau soit le résultat d'une action postérieure au dépôt, puisque, sous l'influence de la même cause, l'eau de la chlorite se fût dégagée.

Le mode de décomposition est digne de remarque, parce que l'eau ne s'est pas combinée avec le silicate AS.

Résumé.

Composition générale des schistes.

En résumant tout ce qui précède on conclura qu'il entre dans la composition générale de tous les schistes du terrain Silurien des Ardennes :

Chlorite.

1° De la chlorite $\dddot{R}\ \dot{r}^3$ souvent mélangée de peroxyde de fer et d'oxyde de manganèse et de matière organique qui donne à la roche une teinte grise et gris bleuâtre;

Silicate AS.

2° Un silicate $\dddot{Al}\ \dddot{Si}$, anhydre, auquel se mélangent en faibles proportions d'autres silicates de bases à un atome, dont le plus simple est $(\dot{Mg}, \dot{Ka}, \dot{Na})\ Si^3$, silicates qui sont d'ailleurs caractérisés par la présence d'une forte proportion d'alcali, potasse et soude;

Quartz et débris feldspathiques

3° Du quarz qui forme souvent plus du tiers de la roche et auquel se mêlent fréquemment des débris feldspathiques à base de potasse et de soude.

Tous ces éléments sont intimement mélangés en parties ténues, d'inégales grosseurs. La chlorite y est en poussière extrêmement fine, pénétrant tous les autres éléments. Le silicate d'alumine y est généralement sous forme de paillettes luisantes que l'on reconnaît à leur reflet, quand le schiste,

[illegible] de la partie [illegible] est mise en [illegible] l'eau.

[illegible] schistes du [illegible], de [illegible], analysés par M. H. Frick, [illegible] la formule générale.

Dans tous les schistes que nous avons examinés jusqu'à présent, le silicate AS ordinairement [illegible] d'une petite quantité du feld-spath dont [illegible] est dérivé, constitue, avec le quarz, l'ensemble [illegible] la formation schisteuse. Dans d'autres variétés qui paraissent aussi jouir d'une grande fissilité, la proportion du silicate AS est très-faible, tandis qu'au contraire celle des débris de feldspath est considérable. Tel est le schiste du torrent Yanilos [illegible], près de la frontière septentrionale de la [illegible]. C'est un schiste ardoisé, luisant, de couleur verte, très fissile et qui ressemble beaucoup au schiste vert de Rimogne et de Deville. Sa densité [illegible]. Il est composé de :

[illegible]	0,331
[illegible] d'alumine avec magnésie et alcali [illegible]	0,070
[illegible] à base de potasse et de soude et de magnésie, ou mélange d'orthose et d'albite de la formule [illegible]	0,300
Quarz	0,299
	1,000

D'un autre côté, l'association des mêmes éléments auxquels se joint souvent un peu de carbonate de chaux, a formé d'autres roches peu fissiles du terrain de transition, dont nous avons fait l'analyse. Ne pouvant faire connaître dès à présent les relations qui existent entre leur position géologique et leur composition, nous nous bornerons à mettre en appendice les résultats que nous avons obtenus.

APPENDICE.

Analyses de plusieurs roches du terrain de transition de l'Altaï oriental et des parties adjacentes de la frontière de Chine.

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
Carbonate de chaux.	....	....	....	0,0300	0,0482	0,0600	0,1000
Chlorite $\ddot{R}\,\dot{r}^3$.....	0,2833	0,4152	0,0786	0,3718	0,2288	0,2323	0,2522
Silicate d'alumine avec magnésie et alcalis représenté par la formule $\dddot{Al}\,\dot{S}$, $\dot{r}\,\dddot{S}$ ou une formule voisine de celle-là......	0,1235	....	....	0,1073	0,0333	0,4186	} 0,6478
Feldspath......	0,3327	0,3865	0,4436	0,4009	0,6897	0,2891	
Quartz........	0,2605	0,1983	0,4778	....	....	....	
	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000

(1) Cette roche forme le mur d'un dépôt aurifère dans la steppe khirgize. Sa couleur est le gris foncé. Elle est peu dure, et a l'apparence d'un calcaire argileux ordinaire, bien qu'elle ne renferme aucune trace de carbonate de chaux. Elle exhale sous le souffle une forte odeur terreuse. Son aspect est analogue à celui de certains psammites du terrain *devonien* des environs de Givet, Ardennes.

La roche est mélangée d'une très-petite quantité d'oxyde ferrique, dont le poids est compris dans les 0,2833 de chlorite. Celle-ci renferme :

		Oxygène.			
Silice	0,0680	0,0353			0,0596
Alumine. . .	0,0520	0,0243			
Oxyde de fer.	0,0813	0,0180	0,0180	0,0324	0,0632
Magnésie. . .	0,0270	0,0104	0,0144		
Chaux. . . .	0,0076	0,0020			
Potasse. . . .	0,0127	0,0020			
Eau.	0,0347	0,0308	. . . .	0,0308	
	0,2833				

Ce qui, abstraction faite de l'oxyde ferrique compris dans les 0,0813, conduit très-exactement à la formule $\overset{\cdots}{R}\,\dot{r}^3$, dans laquelle r égalerait :

$$\tfrac{1}{4}\dot{Fe} + \tfrac{1}{4}\dot{Mg} + \tfrac{1}{2}\dot{H}.$$

L'oxygène de la silice est à celui de l'alumine, à très-peu près, comme 3 est à 2.

Le feldspath 0,3327 est presque entièrement à base de soude. Les 0,1255 de silicate alumineux sont décomposables par l'acide sulfurique anhydre et renferment 0,0098 de soude et 0,0033 de potasse, c'est-à-dire une quantité relative de potasse beaucoup plus considérable que n'en contiennent les débris feldspathiques dont la roche est en partie formée.

(2) Le n° 2 est un schiste vert foncé, dont le gisement est entre les villages Bellix et Tesse. Ce schiste est à feuillets irréguliers, d'un aspect mat, sans aucune trace de matière micacée ou luisante.

Les 0,4152 de chlorite renferment :

		Oxygène	
Silice.	0,1254	0,0651	0,0970
Alumine.	0,0684	0,0319	
Protoxyde de fer. . . .	0,0940	0,0214	0,0916
Chaux.	0,0130	0,0039	
Magnésie.	0,0508	0,0197	
Oxyde de manganèse. .	0,0033	0,0007	
Potasse.	0,0095	0,0015	
Soude.	traces.		
Eau.	0,0500	0,0444	
	0,4152		

nombres qui conduisent à la formule générale $\dddot{R}\ \dot{r}^3$. Ces chlorites, comme celles des schistes ardennais, renferment une petite proportion d'alcali; il est difficile de décider si cet alcali fait réellement partie du minéral, ou s'il appartient à du silico-aluminate alcalin qui serait mélangé à la substance. La quantité en est si faible, que la formule ne saurait être affectée de cette circonstance.

Le feldspath, 0,3865, est presque entièrement de l'albite; il y entre 0,060 de soude, un peu de potasse et 0,007 de magnésie.

(3) Le n° 3, qui provient d'une montagne de la rive droite de la Thconya, entre les torrents Tobachan et Banachon, est une roche noire, à cassure esquilleuse et qui a l'aspect d'une roche de quarz ou de pétro-silex. Abstraction faite de quelques petits filets de quartz qui la traversent, elle paraît homogène; cependant l'analyse a démontré qu'elle doit être considérée comme un mélange, par parties à peu près égales, de quarz et de feldspath coloré par un peu de chlorite et de matière organique. Le feldspath y est à base de potasse et de soude avec de la magnésie. L'oxygène de la soude, y compris celui de la magnésie, est à l'oxygène de la potasse comme 2 : 1.

(4) Le n° 4, dont le gisement est sur la rive droite du torrent Sarassi, près du village du même nom, est une roche schisteuse, à feuillets légèrement courbes, irréguliers et d'épaisseur inégale qui varie de 1 à 2 millimètres. Les feuillets les plus épais sont d'une substance cristalline, opaque ou demi-transparente, de couleur blanc rosé. Ces lames sont séparées les unes des autres par un enduit mince, luisant et de couleur violacée; sous l'insufflation,

la roche exhale une odeur argileuse. La partie que décompose et que dissout l'acide chlorhydrique renferme :

		Oxygène.	
Peroxyde de fer. . .	0,0872		
Silice.	0,0735	0,0382	0,0666
Alumine.	0,0609	0,0284	
Protoxyde de fer. . .	0,0440	0,0100	0,0688
Magnésie.	0,0547	0,0217	
Oxyde manganeux. .	0,0070	0,0016	
Potasse et soude. . .	0,0052	0,0008	
Eau.	0,0393	0,0347	
	0,3718		

et est très-bien représentée par la formule $\dddot{R}\, r^3$, le peroxyde de fer étant évidemment à l'état libre.

(5) Le n° 6 est une grauwacke recueillie entre les torrents Karaxène et Saraxène. Elle est verdâtre, à texture grossièrement schisteuse, luisante sur les faces de cassure parallèles aux plans irréguliers du clivage. La roche est grenue et contient des parties cristallines, quelques rares parcelles de mica, et çà et là des taches de peroxyde de fer.

La partie attaquée par l'acide chlorhydrique se compose de.

			Oxygène.	
Silice.	0,0541		0,0281	0,0407
Alumine.	0,0271		0,0126	
Oxyde de fer. . .	0,0997	dont une partie à l'état libre de peroxyde.	0,0220	
Chaux.	0,0020		0,0006	
Magnésie.	0,0170		0,0066	
Potasse et soude.	traces.			
Eau.	0,0264		0,0234	
Perte.	0,0025			
	0,2288			

Le feldspath (0,6897) est à base de potasse et de soude et de magnésie. Les deux alcalis y sont dans le rapport (en poids) de 2 à 1, et la magnésie est la moitié de la soude.

(6) Le n° 6 de la mine de Gourieff est remarquable, par la raison qu'on y reconnaît les traces bien prononcées d'une décomposition de feldspath. C'est un grès formé de grains feldspathiques, dont un grand nombre sont altérés et transformés en une substance analogue au kaolin. Ces grains sont souvent composés de petits cristaux réguliers reliés par une pâte verte que décompose l'acide chlorhydrique. Il y a en outre, une petite quantité de matière calcaire.

La partie verte a toujours la composition de la chlorite $\dddot{R}\, r^{3}$. Ce qui reste après le traitement chlorhydrique est anhydre. La fraction de ce résidu qu'attaque l'acide sulfurique est composée de :

		Oxygène.
Silice.	0,2200	0,1140
Alumine.	0,0950	0,0443
Protoxyde de fer.	0,0420	0,0096
Chaux.	0,0375	0,0104
Magnésie.	0,0050	0,0019
Potasse.	0,0095	0,0017
Soude.	0,0096	0,0024
	0,4186	

Il n'est possible de déduire de ces nombres une formule simple ; d'ailleurs ces proportions peuvent ne pas être rigoureusement exactes ; car une petite partie de la chlorite (difficilement attaquable par l'acide chlorhydrique) peut être restée dans le résidu et dissoute par l'acide sulfurique. Toutefois, il est probable que c'est encore le silicate AS, mélangé d'autres silicates plus ou moins complexes et plus acides.

(7) Le 7 est une grauwacke assez semblable

au n° 5. Elle se trouve entre les torrents Keselxo et Saltan, rive droite de la Somra. Elle est de couleur grise, verdâtre quand elle est mouillée, dure, grenue, grossièrement schisteuse, exhalant sous le souffle une odeur argileuse. La partie attaquée par l'acide chlorhydrique renferme les deux alcalis, potasse et soude; il y a sur les 0,2522, 0,0100 de potasse et 0,0013 de soude. Le protoxyde de fer et la magnésie y sont atome à atome.

Dans les cinq roches suivantes, la quantité de carbonate de chaux est plus considérable, l'acide acétique l'enlève entièrement, et avec lui des traces de carbonate de magnésie. Le résidu est toujours composé des mêmes éléments : chlorite, peroxyde de fer, silicate alumineux avec alcali, feldspath et quartz.

	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)
Carbonate de chaux	0,347	0,500	0,290	0,370	0,750
Carbonates de magnésie, de fer et de manganèse	....	....	....	0,070	....
Chlorite	0,037	0,097 (chlorite et peroxyde de fer)	0,300 (chlorite et peroxyde de fer)	0,360 (chlorite, peroxyde de fer et silicate alumineux)	0,098 (chlorite et peroxyde de fer)
Peroxyde de fer	0,100				
Silicate alumineux	0,150	0,030	traces		....
Feldspath	traces	0,140	0,150	traces	0,083
Quartz	0,500	0,233	0,260	0,200	0,069
	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

(8) Toit de la mine de Kruroff; calcaire siliceux rougeâtre, à cassure grenue avec dentrites.

(9) Calcaire siliceux de la montagne rouge, gris, rougeâtre, foncé et traversé par de petits fi-

lets de spath calcaire blanc à cassure irrégulière, légèrement feuilletée.

L'élément feldspathique est à base de potasse et de soude. Il contient un atome de potasse et deux de soude, en sorte que sa formule doit être :

$$\dddot{Al}\,\dddot{S}^3 \times (\tfrac{1}{4}\,\dot{Mg} \times \tfrac{1}{4}\,\dot{Ka} \times \tfrac{1}{2}\,\dot{Na})\,\dddot{S}$$

(10) Schiste calcaire grossier, verdâtre, à cassure terreuse, de l'embouchure du Kamarlon. La chlorite a la composition ordinaire, contenant toujours un peu d'alcali. Le feldspath est de l'albite, il n'y a qu'une trace de potasse.

(11) Toit de la mine Riddarock; calcaire gris verdâtre, compacte.

(12) Calcaire gris noirâtre compacte, à cassure conchoïde, provenant des dépôts aurifères d'Anspenck. Les 0,069 ne sont pas du quarz pur, mais un mélange de quarz et de sable verdâtre amphibolique. Ce même élément amphibolique, composé de silice, de protoxyde de fer, de chaux et de magnésie se retrouve en mélange avec le quartz et l'albite dans une roche particulière, rubannée, qui provient de la rive droite du Tchoulimano, près de l'embouchure du Tchoultcha. Cette roche est composé de lames irrégulières surperposées les unes d'un blanc mat, à cassure droite, les autres de couleur verte d'aspect cristallin, inattaquables par l'acide chlorhydrique. Une analyse de la roche par l'acide fluorhydrique a donné :

Silice.	0,6444	0,3347	
Alumine.	0,0706	0,0330	
Protoxyde de fer.	0,0768	0,0175	
Chaux.	0,1253	0,0362	0,0673
Magnésie.	0,0352	0,0136	
Potasse.	0,0100	0,0017	0,0113
Soude.	0,0377	0,0096	
	1,0000		

L'oxygène des alcalis (0,0113) est le tiers de celui de l'alumine (0,0330). Si l'on forme le feldspath $\dddot{Al}\,\dddot{S}^3 \times \dot{Na}\,\dddot{S}$, il restera 0,1991 pour l'oxygène de la silice, et l'on pourra considérer la roche comme composée approximativement de :

Albite.	0,37
Amphibole. . .	0,58
Quartz.	0,05
	1,00

Enfin parmi les roches de la période de transition, il existe des silicates d'alumine hydratés. L'un d'eux, associé au calcaire qui forme le toit de la mine de Biddarock, est une argile, demi-onctueuse, couleur de chair, composée de :

Partie attaquable par l'acide sulfurique.	0,42
Quartz.	0,55
Oxyde ferrique que dissout l'acide chlorhydrique étendu d'eau.	0,03
	1,00

Les 0,42 attaquables par l'acide sulfurique contiennent :

		Oxygène.	
Silice.	0,187	0,0971	
Alumine.	0,133	0,0621	
Magnésie.	0,015	0,0058	0,0117
Potasse.	0,035	0,0059	
Eau.	0,050	0,0444	
	0,420		

et sont très-exactement représentés par la formule

$$(\dddot{Al}\,\dddot{S} + 2\,Aq),\ (\tfrac{1}{2}\,\dot{Mg} + \tfrac{1}{2}\,\dot{Ka})\,\dddot{S}.$$

C'est précisément celle que M. Berthier a trouvée pour le kaolin de Limoges. Seulement dans ce

dernier, tout l'alcali a disparu, il ne reste mélangé avec la partie plastique AS que le silicate $\dot{M}\,\dddot{S}$; ici au contraire, il est resté un atome de potasse pour un atome de magnésie.

Note sur la séparation de la magnésie des alcalis.

Les procédés connus pour séparer la magnésie des alcalis sont imparfaits. Le plus simple consiste à tenir les chlorures magnésien et alcalin à la température rouge au fond d'un petit creuset de platine et au contact de l'air, après les avoir humectés d'un peu d'eau. En ajoutant de petites doses successives de carbonate d'ammoniaque, le chlorure magnésien se transforme en magnésie. Ce procédé présente quelques difficultés, quand le chlorure magnésien est en quantité notable; car alors il faut laisser la masse exposée à une forte chaleur et à l'air pendant longtemps. La perte par volatilisation du chlorure alcalin augmente, et en outre, il arrive constamment que la magnésie retient encore une certaine quantité de chlore.

Par l'autre méthode, on transforme les sels en sulfates que l'on précipite par l'acétate de baryte, on calcine afin de faire passer les acétates à l'état de carbonates et l'on sépare par l'eau les carbonates terreux des carbonates alcalins. Cette méthode est longue et présente de l'incertitude à cause de la non complète insolubilité de la magnésie.

Quand la magnésie était en quantité peu considérable nous avons suivi de préférence le premier procédé. Dans l'autre cas, le mode suivant qui est expéditif nous a très-bien réussi et conduit à des résultats exacts.

Les sels ammoniacaux étant expulsés, on ajoute

quelques gouttes d'acide chlorhydrique, afin de révivifier le chlorure de magnésium ; on évapore à une douce chaleur afin de chasser la presque totalité de l'acide en excès; on reprend par l'eau. On sépare ainsi une certaine quantité de silice qui est restée dans les liqueurs jusqu'à cette période avancée de l'analyse. On introduit alors dans les liqueurs un poids connu de chaux vive. Avec quelques précautions et par la calcination de l'oxalate dans un très-petit creuset de platine, il est facile d'obtenir de faibles quantités de chaux tout à fait pure. La quantité de chaux introduite est calculée de manière à précipiter toute la magnésie qu'on suppose être dans la liqueur ; il convient d'ailleurs d'en mettre un excès. On fait bouillir; toute la magnésie est précipitée; on filtre, puis on lave le dépôt qui contient toute la magnésie et l'excès de chaux non dissous. Le lavage ne doit pas être poussé jusqu'à dissolution complète de la chaux; car tant qu'il passe de la chaux, aucune trace de magnésie n'est enlevée et c'est là un des avantages de cette méthode. La chaux est précipitée de la liqueur par l'oxalate d'ammoniaque, et l'oxalate calcique réuni au précipité de magnésie et de chaux qui a été recueilli. Le tout est calciné à une forte chaleur blanche et rendu caustique. Du poids total on déduit le poids de la chaux employée; il reste celui de la magnésie. Enfin après l'évaporation et l'expulsion des sels ammoniacaux on a les chlorures alcalins très-purs, et sans la moindre trace de magnésie.

Nous avons expérimenté plusieurs fois ce mode de séparation sur des mélanges connus de magnésie, de potasse et de soude, et nous avons toujours obtenu les résultats les plus exacts.

NOTICE

Sur le carbonofère employé à l'usine de Bologne-le-Haut (Haute-Marne).

Par M. DUHAMEL, Ingénieur des mines.

Le carbonofère est un appareil destiné à introduire de la poussière de charbon par la tuyère des hauts-fourneaux.

L'invention en est due à M. Corbin d'Arboissières, ex-maître de forges à Cheminon (Meuse).

Il se composait primitivement d'un tuyau en fonte *a*, *fig.* 1, 2, 3, ouvert par ses deux bouts, et muni d'un robinet *b*, de forme un peu conique, qui interceptait la communication de la partie supérieure avec la partie inférieure du tuyau, et dont la tige passait à travers une boîte à étoupe *c*, *fig.* 3.

Le carbonofère était fixé sur le porte-vent par des boulons à vis. Le robinet, qui avait un mouvement continu de rotation, portait de petites cannelures dans lesquelles se logeait la poussière de charbon qu'on versait dans une trémie en zinc *d*, placée au-dessus de l'appareil. Par suite du mouvement de rotation du robinet, les cannelures arrivaient successivement en face de l'ouverture inférieure du tuyau, et la poussière du charbon tombait dans le porte-vent d'où elle était emportée dans l'intérieur du fourneau par l'air des souf-

flets. Cet appareil était fort simple; mais il avait l'inconvénient de se détériorer très-promptement.

La surface du robinet et celle de la boîte dans laquelle il tournait s'usaient rapidement par l'effet du frottement de la poussière de charbon : il en résultait, entre ces surfaces, un jeu qui mettait l'appareil hors de service, et obligeait de le remplacer par un autre.

Pour éviter de le remplacer trop souvent, on avait placé en *e*, *fig*, 3, une vis qui permettait de faire avancer le robinet dans la boîte qui le contenait, et de rétablir ainsi le contact entre les deux surfaces.

On renonça néanmoins assez promptement à l'emploi de cet appareil ainsi disposé, parce qu'il présentait un autre inconvénient, celui du tassement de la poussière de charbon dans les cannelures du robinet, qui s'opposait à ce que cette poussière tombât régulièrement dans le porte-vent. On y fit successivement diverses modifications, à l'usine de Bologne, dans le but d'éviter ce tassement; mais on n'y parvint que très-imparfaitement. Je décris ici cet appareil tel qu'il était encore établi dans cette usine, dans le commencement de l'année 1845.

Il consistait essentiellement en un cône tronqué en fonte *f*. *fig*. 4, qui remplaçait l'appareil à robinet des figures 1, 2, 3. Ce cône tronqué était fixé, par sa petite base, sur un tuyau vertical terminé par une tubulure à chacune de ses extrémités, et ajusté sur le porte-vent. Un robinet *g*, *fig*. 4 et 9, dont ce tuyau était muni, servait à ouvrir et à

fermer, à volonté, la communication du carbonofère avec le porte-vent.

Le cône tronqué était fermé, à sa partie supérieure, par une plaque en fonte *h*, *fig.* 4 et 5, portant deux tubulures : l'une servait à assembler le tuyau *i*, par lequel on introduisait la poussière de charbon dans le cône. Ce tuyau portait un robinet que l'on fermait dès qu'il était entré suffisamment de poussière dans l'appareil ; l'autre tubulure, placée au centre de la base du cône, recevait une boîte analogue aux boîtes à étoupes, à travers laquelle passait un arbre vertical en fer, auquel on communiquait, comme on le dira, un mouvement de rotation.

L'étoupe était remplacée, dans cette boîte, par une rondelle en liége qui était pressée contre l'arbre, de manière à empêcher que la poussière de charbon pût sortir du carbonofère.

L'arbre portait, à sa partie inférieure, un renflement *k*, au moyen duquel il s'appuyait sur la surface annulaire d'une lunette *l*, *fig.* 4 et 11, à travers laquelle il passait.

Cette lunette faisait partie d'une traverse dont les extrémités reposaient sur deux rebords coulés avec le cône.

L'arbre était évidé, à sa partie inférieure, sur une longueur d'environ $0^m,10$, comme le représentent les figures 6 et 10 : il était aciéré sur cette longueur, pour mieux résister à l'action rongeante du charbon, et tournait à frottement dans une boîte en acier.

Cette boîte, dont le fond était percé de petits trous, *fig.* 8, remplissait exactement l'ouverture

supérieure du tuyau à robinet, ajusté sur le porte-vent.

La poussière de charbon pénétrait dans la boîte par le vide qu'y laissait la partie évidée de l'arbre, et passait par les petits trous dont son fond était percé, pour tomber dans le porte-vent. On avait pensé qu'on faciliterait cette chute en établissant l'équilibre de pression au-dessus et au-dessous de la poussière de charbon, et, à cet effet, on avait mis le porte-vent en communication avec la partie supérieure du carbonofère, au moyen du tube *m*, mais cette disposition n'avait eu que peu d'influence sur la marche de l'appareil.

Une des principales difficultés que présentait son emploi était toujours le tassement du charbon.

Pour l'éviter, on avait adapté à l'arbre tournant quatre traverses *n*, dont les extrémités étaient réunies deux à deux à l'aide d'une chaîne.

En outre, une oreille en acier *o*, *fig.* 4 et 6, engagée dans l'arbre par queue d'aronde, servait à remuer la poussière dans la partie inférieure du carbonofère, où elle tendait particulièrement à se tasser. Enfin, une ouverture de service avait été pratiquée en *p*, *fig.* 4, pour détacher plus facilement la poussière des parois de l'appareil et visiter l'intérieur.

Le mouvement était communiqué à l'arbre à l'aide de deux roues à engrenages coniques et de quatre poulies sur lesquelles s'enroulaient deux courroies sans fin.

L'une des poulies était fixée sur l'arbre de la roue des soufflets.

Le porte-vent était terminé par une buse *q*,

dont l'extrémité était formée d'une surface conique qui fermait aussi exactement que possible l'ouverture de la tuyère, laquelle avait la même forme; mais comme il fallait conserver au fondeur la faculté de travailler dans le fourneau par la tuyère, quand cela devenait nécessaire, on avait lié la buse, au moyen de boulons, à un collier en fonte qui embrassait le porte-vent, et que l'on avait rendu mobile en y adaptant une crémaillère dans laquelle s'engageait un pignon que l'on faisait tourner avec une manivelle.

L'ouvrier pouvait s'assurer de l'état de la tuyère en regardant par une ouverture *r*, faite au porte-vent, et munie de deux verres plans séparés par une rondelle en carton.

Lorsqu'il devenait nécessaire de déplacer la buse, l'ouvrier avait soin de fermer le robinet de communication entre le carbonofère et le porte-vent. Cet appareil a fonctionné à l'usine de Bologne-le-Haut depuis la fin de 1840 jusqu'au commencement de 1845.

Le fourneau roulait depuis un mois à l'air chaud lorsqu'il y a été établi : bien que ce laps de temps soit peu considérable, il a suffi cependant pour qu'on pût apprécier l'influence de l'air chaud sur la marche du fourneau, parce que celle-ci a toujours été régulière : l'on a donc pu apprécier aussi les résultats que l'on devait attribuer à l'emploi que l'on a fait ensuite du carbonofère.

L'air était lancé à une température d'environ 250°, et sous une pression de 3 cent $\frac{1}{2}$ de mercure.

Les dimensions du fourneau étaient les suivantes :

	mèt.
Diamètre du gueulard.	0,70
Hauteur de la cuve.	7,00
Diamètre au ventre.	2,00
Hauteur des étalages.	1,60
Diamètre au bas des étalages. .	0,45
Hauteur de l'ouvrage.	1,00
Hauteur du creuset.	0,40
Largeur au fond du creuset. . .	0,40
Longueur du creuset	1,58
Hauteur totale du fourneau. . .	10,00

Au roulement à l'air chaud seul (et avant l'établissement du carbonofère), on coulait, toutes les 15 heures, et l'on faisait 15 charges par coulée : la charge rendait moyennement 100 kil. de fonte, et se composait de :

	pc.		mc.	
Charbon. . .	16	ou de :	0,55	pour 107k de fonte.
Minerai. . .	5 1/2		0,19	
Castine. . . .	0 1/2		0,017	

Ainsi l'on consommait par 1000 kil. de fonte :

	mèt.
Charbon. . .	5,14
Minerai. . .	1,77
Castine. . . .	0,16

Après l'établissement du carbonofère, on coulait après 14 heures, et l'on faisait 16 charges par coulée.

On lançait à peu près 25 litres ($\frac{3}{4}$ de p. c.) de poussière de charbon, par heure, dans le fourneau.

La charge rendait moyennement 119 kil., et l'on consommait :

	pc.		mc.	
Charbon.	16	ou :	0,55	p. 119 de fonte.
Minerai.	6 1/2		0,223	
Castine.	0 1/2		0,017	
Poussière de charbon.	0,66		0,022	

Ce qui donnait par 1000 kil. une consommation de :

	mèt.
Charbon.	4,62
Minerai.	1,87
Castine.	0,142
Poussière de charbon.	0,184

L'on voit, en comparant ces résultats, que je dois à l'obligeance de M. Philippe, ex-maître de forges à Bologne, que, sans que l'on ait changé la consommation en charbon, l'effet du carbonofère a été de permettre d'augmenter la consommation en minerai de près de 33 litres par charge.

Il en est résulté, dans le produit du fourneau, une augmentation de plus de 20.000 kil., sur un roulement de 30 jours.

En outre, la marche au carbonofère a présenté, sur celle à l'air chaud seul, une économie de 0m. c.,52 de charbon par 1000 kil. de fonte, ou d'un dixième de la consommation totale.

La dépense en poussière de charbon était d'ailleurs peu considérable; elle n'excédait pas 2fr.,25 par hectolitre, ou 4fr.,14 par 1000 kil. de fonte.

La poussière s'obtenait en carbonisant des ramilles; le charbon qui en provenait était réduit en poudre très-fine, au moyen d'une meule et passé au tamis de soie. On n'aurait pu employer la poussière provenant des débris de charbon dans

les halles, parce qu'elle est trop mélangée de matières terreuses.

La fonte fabriquée au carbonofère et à l'air chaud était un peu plus carburée que celle que l'on obtenait à l'air chaud seul.

Elle éprouvait moins de perte que celle-ci par le puddlage (1), s'affinait plus facilement et donnait un fer de meilleure qualité.

Le carbonofère avait aussi une grande influence sur l'état des laitiers; il les rendait plus fluides, et cette action se faisait sentir quelques heures après l'application de l'appareil au haut-fourneau.

Il est arrivé que l'on a cessé de lancer de la poussière de charbon dans le fourneau de Bologne; au bout de 12 heures, celui-ci a commencé à s'engorger et les laitiers sont devenus pâteux; l'on a fait alors fonctionner de nouveau le carbonofère, et deux heures après les laitiers étaient redevenus fluides et le fourneau avait repris une bonne allure.

Le carbonofère de M. Corbin avait fonctionné aussi à l'usine de Vecqueville (Bussy), avant d'être transporté à Bologne; mais il n'y est resté que 15 jours. Il y avait, d'ailleurs, été monté vers la fin d'un roulement, c'est-à-dire lorsque le fourneau n'avait plus une bonne marche, et dans le moment même où l'on commençait à faire usage d'un appareil à air chaud, en sorte qu'on n'a pu tirer aucune induction certaine de cet essai.

---

(1) D'après M. Philippe, les fontes fabriquées à l'air chaud seul, au fourneau de Bologne, donnaient, dans les fours à puddler, un déchet de 6 p. 0/0 de plus que celles que l'on obtenait à l'air chaud et au carbonofère.

Cependant l'on a pu constater que, de même qu'à Bologne, l'emploi du carbonofère avait permis d'augmenter la charge en minerai; car après avoir été démonté, l'on a été obligé de diminuer cette charge, bien que le fourneau continuât de marcher à l'air chaud.

Ainsi que je l'ai déjà fait observer plus haut, la principale difficulté que présentait l'emploi du carbonofère, tel qu'il était disposé à Bologne, c'est que la poussière de charbon n'arrivait pas toujours en quantité suffisante dans le porte-vent, en raison du tassement qu'elle éprouvait contre les parois de l'appareil, ou qu'elle y arrivait tout à coup en trop grande abondance, pour que le volume d'air lancé par les soufflets pût suffire à sa combustion ; dans l'un et l'autre cas, elle ne développait plus, dans les parties inférieures du fourneau, la chaleur à la faveur de laquelle on avait pu augmenter la charge en minerai, il en résultait des variations dans les qualités de la fonte et des embarras dans la marche du fourneau, qu'on ne parvenait à faire cesser que lorsque l'appareil fonctionnait d'une manière plus régulière.

Malgré ces imperfections, les résultats que l'on a obtenus de l'emploi du carbonofère, à Bologne, méritent de fixer l'attention des maîtres de forges, maintenant surtout que le bas prix de la fonte ne leur permet de négliger aucun moyen de fabriquer avec plus d'économie.

On pourra en attendre des résultats plus favorables encore, lorsqu'on sera parvenu à le perfectionner.

Ses frais d'établissement sont d'ailleurs peu

coûteux : d'après les données que m'a fournies M. Boiramée, mécanicien à Vassy, qui a monté le carbonofère de Bologne, ils n'excéderaient pas 1000 francs; on n'a pas compris, toutefois, dans cette dépense, les frais relatifs aux transmissions de mouvement qui varient suivant les dispositions particulières à chaque usine.

ANALYSE

De l'eau minérale de Louèche. — Source St-Laurent.

Par M. Pyrame MORIN.

Les bains de Louèche en Valais sont situés vers l'extrémité supérieure de la vallée de Dale, dans une petite plaine, au pied du rocher de la Semmi, à 1413^m,4 au-dessus du niveau de la mer. Sur les deux rives de la Dale, au-dessus du village, on voit arriver à la surface du sol, un très-grand nombre de sources dans un espace d'un quart de lieue de longueur ; on n'a utilisé que les plus chaudes et les plus fortes, toutes situées sur la rive gauche du torrent. La plus abondante est celle de Saint-Laurent qui fournit un million et demi de litres par vingt-quatre heures. Sa température est de 51°,25.

Lorsque l'air est sec, le terrain, dans le voisinage de plusieurs sources, se recouvre d'une efflorescence blanche qui contient surtout du sulfate de magnésie, du sulfate de chaux et un peu de carbonate de magnésie et de carbonate de chaux.

L'eau est transparente, cependant de temps en temps, sans cause appréciable, elle devient trouble pendant plusieurs jours; elle contient alors en suspension, une grande quantité de paillettes brillantes et très-ténues, formées d'ardoise, de sulfate de chaux, de carbonate de chaux et de carbonate de magnésie. Ce phénomène a lieu quelquefois dans plusieurs sources en même temps; il ne paraît pas correspondre à quelque variation subite ou considérable du baromètre.

La glairine existe en solution dans l'eau ; après un certain temps elle se précipite en grande partie, en même temps que l'oxyde de fer ; à l'obscurité et à l'abri de l'air, le dépôt est noir, il passe au rouge à la lumière et à l'air. La glairine solide,

privée de l'oxyde de fer, offre l'apparence de pellicules translucides, comme une gelée épaisse, sans structure visible au miscroscope, insipides et inodores. Elle contient un principe azoté. Sa cendre renferme du iodure de potassium. L'eau ne la redissout pas lorsqu'elle a été précipitée; le meilleur dissolvant est l'acide acétique, qui forme une gelée volumineuse.

Le fer existe à l'état de protoxyde; on peut le regarder comme étant combiné à l'acide carbonique, il l'est peut-être à la substance organique.

L'eau contient : sur 1000 grammes :

Gaz.		
Acide carbonique	**0,0047=**	**3,3890 cm.c.**
Oxygène	**0,0015=**	**1,0545**
Azote	**0,0145=**	**11,5180**
Substances fixes.		
Sulfate de chaux	**1,5200**	
Sulfate de magnésie	**0,3084**	
Sulfate de soude	**0,0502**	
Sulfate de potasse	**0,0386**	
Sulfate de strontiane	**0,0048**	
Carbonate de protoxyde de fer . .	**0,0103**	
Carbonate de magnésie	**0,0096**	
Carbonate de chaux	**0,0053**	
Chlorure de potassium	**0,0065**	
Silice	**0,0360**	
Iodure de potassium	**traces.**	
Alumine	**traces.**	
Phosphate	**traces.**	
Azotate	**traces.**	
Sel d'ammoniaque	**traces.**	
Glairine	**quantité indéterminée.**	
Total approximatif	**2,0104**	

La pesanteur spécifique et 1,0023. La somme des substances fixes obtenue directement par dessiccation au bain-marie est de 2gr.,30 par kilogramme d'eau; cette quantité est réduite à 1gr.,9250 par la calcination.

RAPPORT

Sur l'explosion d'une chaudière à vapeur chez le sieur Dumesnil, à Sotteville, près Rouen, adressé à M. le préfet de la Seine-Inférieure, le 6 *septembre* 1845;

Par M. DE SAINT-LÉGER, ingénieur en chef des mines.

Monsieur le Préfet,

Je me suis rendu hier, 5 de ce mois, chez le sieur Dumesnil, en conséquence des instructions contenues dans votre lettre du 3, relative à l'explosion survenue, pendant le mois dernier, dans cet établissement.

J'ai vu le sieur Dumesnil lui-même ainsi qu'un de ses contre-maîtres. Ils étaient tous deux très-près de la chaudière lorsqu'elle a éclaté, et m'ont donné les plus grands détails sur toutes les circonstances qui ont précédé et suivi l'accident.

Le sieur Dumesnil, qui a le bras gauche cassé près de l'épaule, est encore fort souffrant; mais son état ne paraît plus présenter de danger. Il résulte de sa déclaration :

Que le sieur Renaud fils, chaudronnier, rue Martainville, lui a fourni, il y a trois ans environ (il n'a pas pu préciser les dates, parce que ses papiers ont été bouleversés et qu'on ne les a pas retrouvés immédiatement), une grande chaudière à air libre, ayant la forme d'une moitié d'œuf, et

dont la largeur, à la partie supérieure, ainsi que la profondeur, étaient de 2^m,45 environ;

Que le sieur Dumesnil a employé cette chaudière, pendant environ une année, à cuire à feu nu des matières destinées à la fabrication du savon; que ces matières s'attachant quelquefois au fond de la chaudière, la partie tout à fait inférieure avait été brûlée, et qu'on avait reconnu la nécessité d'une réparation ;

Que le sieur Renaud fils en avait été chargé, et que pour prévenir le retour des mêmes inconvénients, le sieur Dumesnil avait demandé l'addition d'un double fond en tôle, enveloppant toute la partie inférieure de la chaudière sur la moitié de sa hauteur, et laissant entre deux un espace destiné à être rempli d'eau et de vapeur, pour faire chauffer les matières renfermées dans la chaudière, sans qu'il y eût jamais danger de brûler ni elles, ni la tôle.

Le travail fut exécuté et la chaudière livrée au sieur Dumesnil, qui ne put pas s'en servir, parce que des fuites nombreuses se manifestaient autour de la jonction du double fond, dès qu'on essayait d'y introduire de la vapeur.

Le sieur Renaud y travailla de nouveau; une autre tentative d'emploi eut lieu sans plus de succès, et, enfin, après une dernière réparation du sieur Renaud, celui-ci voulut contraindre le sieur Dumesnil à se servir de la chaudière, et à lui payer un mémoire qui montait à environ 2000 francs, tandis que la chaudière neuve n'avait été vendue que 1150 francs.

De là, procès devant le tribunal de commerce, qui renvoya l'affaire au sieur Gaudry, chaudron-

nier à Rouen, chargé de concilier s'il était possible, et, dans le cas contraire, de présenter un rapport.

Selon le sieur Dumesnil, le sieur Gaudry aurait voulu l'amener à accepter la chaudière et à la payer, sauf une légère réduction sur le montant du mémoire, si elle était en état de supporter une pression de trois atmosphères. Le sieur Gaudry annonça même formellement son intention d'en faire l'épreuve *avec de la vapeur.*

Le sieur Dumesnil prétend s'être toujours opposé à cette partie de la transaction, et avoir refusé de se trouver présent à l'épreuve, qui eut lieu dans un champ situé derrière la fabrique d'huile du sieur Cavelier, rue du Puits, à Sotteville.

Quoi qu'il en soit, le rapport du sieur Gaudry, dont je n'ai pas encore pu avoir connaissance, mais qu'il sera facile de retrouver, fut déposé au greffe du tribunal de commerce le 18 juillet 1844, et un jugement du tribunal condamna le sieur Dumesnil à payer.

Les choses restèrent dans cet état pendant plusieurs mois, probablement par suite d'embarras d'argent chez le sieur Dumesnil, qui persistait à ne pas faire poser la chaudière dans son établissement. Il s'y décida enfin il y a quelque temps, et voulant, avant de faire la dépense d'un fourneau solide, s'assurer si la cuisson se ferait bien à l'aide de ce double fond, il disposa lui-même, avec ses ouvriers, un fourneau provisoire, à l'aide duquel il chauffa sa chaudière, après avoir rempli d'eau le double fond. Une soupape de sûreté, posée par le sieur Renaud, laissait dégager l'excès de vapeur produite dans le double fond, et une pompe ali-

mentaire permettait de remplacer très-facilement, dit-on, le peu de vapeur perdue par la soupape. Deux essais, qui parurent favorables, furent faits de cette manière par le sieur Dumesnil, qui se décida à faire construire un fourneau solide. La soupape fut conservée sans y rien changer, à ce que déclare le sieur Dumesnil, sauf le bout du tuyau établissant communication du double fond à cette soupape, lequel tuyau étant trop court et mal disposé par le sieur Renaud, avait été changé par le sieur Chalmé, chaudronnier à Saint-Sever.

Le 20 août, lendemain du désastre de Monville, le sieur Dumesnil a mis le feu à son nouveau fourneau, le matin, et a commencé à chauffer très-lentement pour sécher les maçonneries; on a ensuite élevé la température, sans parvenir à faire bouillir les matières contenues dans la chaudière aussi bien qu'on l'avait fait pendant les deux essais avec le fourneau provisoire. A six heures du soir, la soupape *perdait beaucoup de vapeur*, à ce que déclare le sieur Dumesnil; tout à coup elle ne perdit plus, et environ deux minutes après une explosion épouvantable se fit entendre : le toit de l'établissement fut enlevé et les débris projetés au loin.

Quatre personnes, savoir, le sieur Dumesnil, son beau-frère, un contre-maître et un maçon se trouvaient auprès de la chaudière, et par une sorte de miracle, deux seulement ont été blessés, le sieur Dumesnil et son beau-frère. Le premier n'a eu que quelques brûlures légères et un bras cassé. Le second, outre un poignet cassé, a reçu à la tête des contusions tellement graves, que sa vie est encore aujourd'hui dans le plus grand danger.

Aussitôt qu'à mon retour de tournée j'ai eu con-

naissance de ce triste événement, je me suis rendu sur les lieux ; j'ai examiné en détail la chaudière, qui est encore en place, et la soupape qui était démontée.

La partie intérieure de la chaudière correspondant au double fond s'est déchirée sur une longueur de plus de deux mètres, mais aucune partie de quelque importance n'a été projetée au loin. L'eau que contenait le double fond, et par suite l'huile et les lessives de potasses placées dans la chaudière ont seules été lancées au dehors. Le toit de l'établissement n'a été enlevé que par suite de la compression de l'air subitement produite par l'expansion de la vapeur.

Le premier coup d'œil jeté sur la chaudière suffit pour expliquer cet accident, évidemment dû à l'ignorance du propriétaire de l'établissement et des chaudronniers, dont l'un a fait l'appareil que l'autre a essayé et jugé.

Cette chaudière et son double fond n'étant nullement faits pour résister à une pression de trois atmosphères, s'ils avaient été soumis à l'épreuve prescrite par les règlements, ils eussent infailliblement été enfoncés.

Il y a ici contravention manifeste aux art. 1 et 2 de l'ordonnance du 22 mai 1843; des accidents graves en ont été la suite, et pour réprimer les tentatives semblables qui se multiplient depuis un certain temps, il est indispensable de faire un exemple, en sévissant contre qui de droit.

Je pense, Monsieur le Préfet, qu'il y a lieu de faire mettre immédiatement sous les scellés, afin qu'on ne change rien à l'état actuel des choses, toute la partie de l'établissement du sieur Dumes-

nil qui avoisine le hangar où l'explosion s'est manifestée, et de déférer cette affaire à l'autorité judiciaire.

J'ai l'honneur, etc.

RAPPORT

Fait à la Commission centrale des machines à vapeur sur le manomètre à air libre de M. Richard,

Par M. COMBES, ingénieur en chef des mines.

M. Richard, fabricant d'instruments de physique, à Lyon, s'est occupé de la construction d'un manomètre à air libre, qui pût s'adapter aux chaudières des machines locomotives et des bateaux, quelque élevée que fût la pression effective de la vapeur dans leur intérieur. Il fallait, pour cela, réduire de beaucoup la hauteur de l'instrument. M. Richard a donc construit, sur un principe bien connu des physiciens, et que plusieurs personnes avaient déjà essayé d'appliquer aux manomètres de chaudières à vapeur, un manomètre raccourci, composé d'un tube replié plusieurs fois sur lui-même, de manière à présenter une série de branches verticales, reliées l'une à l'autre par des coudes arrondis; l'instrument développé dans un même plan vertical présente une suite continue de siphons alternativement droits et renversés, à branches verticales. Du mercure remplit tous les coudes inférieurs et s'éleve jusqu'au milieu de la hauteur des branches verticales. Les colonnes de mercure sont séparées par des colonnes d'eau qui occupent les

coudes supérieurs, et l'autre moitié de la hauteur des branches verticales. L'appareil étant ainsi complétement rempli de colonnes alternantes de mercure et d'eau, si l'on met l'une des extrémités du tube en communication avec une chaudière à vapeur, l'autre extrémité demeurant ouverte à l'air libre, l'excès de la pression dans la chaudière sur celle de l'atmosphère déterminera la dénivellation simultanée du mercure dans toutes les branches, ces dénivellations seront d'égale hauteur, si le tube est exactement calibré dans toute sa longueur, et, dans ce cas, la pression effective de la vapeur dans la chaudière sera donnée par la hauteur à laquelle le mercure se sera élevé au-dessus du point de départ dans la branche ouverte du tube, multipliée par le nombre des branches verticales, sauf la correction due à l'influence du poids de l'eau intermédiaire entre les colonnes de mercure. Cette correction se fera en multipliant le produit précédent par la fraction $\frac{63}{68}$, qui exprime le rapport de l'excès de la densité du mercure sur celle de l'eau, à la densité du mercure. S'il y a, par exemple, 22 branches verticales, h désignant l'élévation du mercure en millimètres, dans la branche ouverte à l'air libre, la pression effective de la vapeur sera mesurée par une colonne de mercure égale à $22h \times \frac{63}{68}$; $\frac{22h \times \frac{63}{68}}{760}$, sera la pression effective en atmosphères; et chaque atmosphère de pression sera mesurée par $\frac{760 \times 68}{63 \times 22} = 37^{\text{mill.}},3$ de mercure. Ainsi une pression totale de 7, ou une pression effective de 6 atmosphères, la plus forte qui soit usitée dans l'industrie, sera accusée par une dénivellation du

mercure de 223$^{\text{mill.}}$,8, dans la branche ouverte, égale à celle qui aura lieu dans les autres branches. Il n'y a, dans tout ce qui précède, rien qui ne soit déjà connu depuis longtemps, et qui n'ait été appliqué. Je rappellerai, notamment, à la commission, l'essai qu'elle a fait, il y a deux ans, d'un semblable manomètre à tubes de verre construit par M. Collardeau, et qui fut appliqué sur une machine locomotive du chemin de Paris à Corbeil, en même temps qu'un manomètre à air comprimé et un thermomanomètre. Il nous reste à examiner si, dans l'application, M. Richard est parvenu à éviter les inconvénients qu'on reprochait justement aux appareils du même genre déjà proposés, et à construire un instrument d'un bon usage pratique.

M. Richard a adressé, en même temps que son mémoire et le dessin *Pl. XIV, fig.* 1 à 6, un de ses manomètres que j'ai fait adapter à la chaudière à vapeur construite par les soins de la commission, et actuellement établie à l'entrepôt des marbres. J'ai comparé cet instrument, qui a été garni de mercure et d'eau, et dont l'échelle a été réglée par le sieur Obry, chaudronnier, mandataire à Paris de M. Richard, avec un manomètre à air libre ordinaire dont l'échelle s'élève jusqu'à 6 atmosphères. Je donnerai plus loin le tableau de la marche comparée des deux instruments. J'indique d'abord les détails de construction du manomètre raccourci de M. Richard.

Le tube replié est en fer. Les branches verticales, B, ..., B^{21}, au nombre de 22, ont chacune une hauteur de 0^{m},50. Elles sont groupées de manière à ce que leur ensemble forme un parallélipipède rectangle dont la base a 0^{m},14 sur 0^{m},062.

La dernière branche verticale ouverte à l'air libre B²¹, est ramenée vers le milieu de la face antérieure du parallélipipède et porte un tube en verre D de 0ᵐ,245 de hauteur, qui laisse apercevoir l'extrémité de la colonne de mercure. Ce tube en verre est maintenu entre l'extrémité du tube replié et un autre bout de tube F, qui se recourbe et communique avec un tube en fer cylindrique plus large G, placé derrière le parallélipipède, et qui constitue un réservoir destiné à recevoir le mercure, dans le cas où par suite d'une pression trop élevée dans la chaudière, ou d'une oscillation qui aurait lieu au moment de l'ouverture du robinet, la colonne de mercure viendrait à dépasser l'extrémité supérieure du tube en verre. Le mercure peut être retiré de ce réservoir, en ôtant une vis en fer *g*, qui ferme un orifice ménagé à sa partie inférieure.

La première branche B du manomètre, celle qui est mise en communication directe avec la chaudière, se prolonge jusqu'à la face supérieure du parallélipipède circonscrit à l'ensemble des plis du tube. Elle porte deux robinets A, R, placés l'un à son extrémité supérieure, à l'arrivée du tube venant de la chaudière, l'autre au niveau ou un peu au-dessus du niveau que doit atteindre le mercure, lorsque le manomètre n'est point en pression. Je dirai tout à l'heure l'usage de ces robinets.

Pour remplir l'instrument de mercure et d'eau, des ouvertures fermées par des vis en fer sont ménagées, les unes aux sommets des coudes supérieurs de tous les siphons renversés, les autres sur une même ligne horizontale au milieu de la hauteur des branches verticales situées d'un même côté. On remplit d'abord, par ces dernières ouvertures *b*,

les parties inférieures de tous les tubes, de mercure que l'on introduit au moyen d'un petit entonnoir à tige recourbée. L'on verse du mercure dans chaque tube, jusqu'à ce qu'il vienne affleurer les ouvertures. On ferme celles-ci par les vis en fer. On ouvre ensuite les ouvertures *a*, ménagées aux sommets des coudes supérieurs, et on y verse, à l'aide d'un entonnoir élevé à tige effilée, de l'eau, de manière à remplir complétement les parties supérieures des branches verticales. La partie supérieure de la première branche verticale B, étant également remplie d'eau, jusqu'au niveau où elle se maintiendra remplie par l'eau provenant de la vapeur condensée, quand elle sera mise en communication avec la chaudière, on ferme tous les orifices. Le n° 1 de l'échelle divisée en atmosphères doit correspondre à la position qu'occupe alors le niveau du mercure dans le tube en verre. L'échelle du manomètre est tracée sur une lame de cuivre H. Elle est divisée, d'après le nombre de branches de l'instrument supposé bien calibré; elle est mobile le long du tube en verre, et peut être fixée par deux vis de pression *d*, *d*, dans la coulisse J, de manière à ce que le chiffre 1 corresponde au niveau du mercure, lorsque le manomètre communique par l'une et l'autre de ses extrémités avec l'atmosphère. L'échelle du manomètre que j'ai mis en expérience marque jusqu'à 7 atmosphères 1/2. L'intervalle d'une atmosphère est de 37 millimètres.

Les replis du tube en fer sont maintenus par des entre-toises L, L'. Tout l'instrument groupé d'une manière assez élégante en un parallélipipède de $0^m,50$ de hauteur, et dont la base a $0^m,14$ sur $0^m,062$ est ajusté sur une plaque en fer avec des montants

en équerre à la partie postérieure, de sorte qu'il peut être adapté facilement et simplement à l'avant d'une chaudière de machine locomotive, sur une chaudière de bateau ou devant le foyer d'une chaudière, de manière à ce que l'échelle soit dans tous les cas bien en vue du chauffeur.

On peut vérifier, à un instant quelconque, quand le manomètre est en place, s'il marque 1 atmosphère lorsque la pression est supprimée. A cet effet, après avoir fermé le robinet supérieur A de la première branche B qui intercepte la communication avec la chaudière, on ouvre le second robinet R placé au-dessous sur la même branche. Le tube replié étant ainsi mis en communication par les deux bouts avec l'atmosphère, le mercure doit retomber dans le tube en verre D, au n° 1 de l'échelle.

Si le tube qui met le manomètre en communication avec la chaudière vient à s'engorger, il suffit, pour le purger, d'ouvrir le robinet inférieur; l'eau contenue dans le tube de communication est chassée par la pression de la vapeur, et emporte, en s'écoulant par le robinet R, les matières qui avaient occasionné l'obstruction.

La correspondance du niveau du mercure dans le tube en verre, avec les divisions de l'échelle, s'aperçoit avec facilité, même pendant la marche des machines locomotives.

J'ai dit que M. Richard divisait l'échelle de ses manomètres par le calcul, d'après le nombre des branches du tube, et en le supposant exactement calibré. Il faut d'ailleurs, pour que cette division soit exacte, que le tube en verre soit du même diamètre intérieur que le tube en fer. On conçoit qu'il peut être assez difficile de se procurer des tubes en verre qui soient exactement du

même calibre que les tubes en fer. Il est certain du moins que cette condition n'est pas remplie dans l'instrument que M. Richard a adressé à l'administration avec son mémoire.

Voici en effet le tableau de comparaison de la marche de son manomètre à air libre ordinaire.

Indications correspondantes du manomètre à air libre et du manomètre de M. Richard, immédiatement après que celui-ci a été rempli de mercure et d'eau.

MANOMÈTRE à air libre. a	MANOMÈTRE de M. Richard. b	DIFFÉRENCE. d	RAPPORT de la différence à la pression effective $\frac{d}{a-1}$.
atmosphères. 1,00	atmosphères. 1,00	0,00	$\frac{0}{0}$
1,50	1,57	0,07	0,14
2,00	2,15	0,15	0,15
2,25	2,45	0,20	0,16
2,40	2,60	0,20	0,143
2,50	2,80	0,30	0,20
3,00	3,45	0,45	0,225
3,50	4,10	0,60	0,24
4,00	4,65	0,65	0,216
4,50	5,25	0,75	0,214
5,00	5,90	0,90	0,225
5,50	6,50	1,00	0,222
5,90	7,00	1,10	0,224

Après un intervalle de cinq jours, pendant lesquels la chaudière avait été chauffée, on a comparé de nouveau le manomètre de M. Richard au manomètre à air libre.

Voici les résultats de cette seconde comparaison.

MANOMÈTRE à air libre. *a*	MANOMÈTRE de M. Richard. *b*	DIFFÉRENCE. *d'*	RAPPORT de l'excès de différence initiale à la pression effective accusée par le manomètre ordinaire $\frac{d'-d}{a-1}$.
atmosphères.	atmosphères.		
1,00	1,4	d'=0,40	0/0
1,50	2,00	0,50	0,20
2,00	2,75	0,75	0,35 (*)
2,50	3,25	0,75	0,233
2,80	3,60	0,80	0,222
3,00	3,85	0,85	0,225
3,50	4,50	1,00	0,24
4,00	5,10	1,10	0,233
4,50	5,70	1,20	0,228
5,00	6,3	1,30	0,225
5,50	6,90	1,40	0,222

* Cette observation est évidemment fausse.

Il résulte des deux séries d'observations précédentes : 1° que le manomètre de M. Richard a été constamment en avance sur le manomètre à air libre, de manière à ce que, quand le point de départ des deux échelles était le même, le manomètre de M. Richard accusait déjà une pression trop forte d'une atmosphère 1/10 pour $5^{atm.}$,90 de pression totale, ou $4^{atm.}$,90 de pression effective.

2° Que le point de départ de l'échelle du manomètre de M. Richard se déplace en peu de temps d'une manière très-sensible. Quant au premier point, l'inexactitude de l'instrument crois-

sant en même temps que la pression de la vapeur, tient principalement à ce que le tube de verre avait un diamètre intérieur plus petit que le tube en fer. Ni l'un ni l'autre tube ne sont exactement calibrés, et il ressort de l'ensemble des deux tableaux, que le tube en verre notamment, a dans sa partie inférieure un diamètre un peu plus grand que dans les parties supérieures où le diamètre est à peu près uniforme. Quant au second point, le déplacement de la base de l'échelle est dû vraisemblablement à ce que l'eau versée dans les siphons supérieurs contenait quelques bulles d'air qui auront augmenté de volume avec la température. Quoi qu'il en soit, ce dernier vice n'en est réellement pas un, ou n'a du moins aucune gravité, puisqu'on peut à volonté vérifier et rectifier la position de l'échelle, en mettant les deux extrémités du tube replié en communication avec l'atmosphère. Il n'en est pas de même du premier. Nous estimons qu'il sera toujours extrêmement difficile de se procurer un tube de verre ayant exactement le même calibre intérieur que le tube en fer. Il sera aussi difficile de se procurer des tubes, soit en fer, soit en verre, qui soient exactement calibrés dans toute leur étendue. Cependant on peut, par un bon choix de tubes qui exigera des précautions assez minutieuses, satisfaire à cette dernière condition avec une approximation suffisante pour la pratique; on aurait alors un instrument suffisamment précis, en déterminant le point le plus élevé de l'échelle, non par le calcul, mais par comparaison directe avec un manomètre à air libre ordinaire. On diviserait ensuite l'intervalle compris entre le point de départ et le point le plus élevé, en parties égales représentant

des dixièmes d'atmosphère, l'instrument ne serait ainsi entaché que des erreurs provenant du défaut de calibrage exact des deux tubes en fer et en verre, qui pourraient d'ailleurs être de diamètres inégaux entre eux. Mais toutes les fois qu'un tube en verre serait remplacé par un autre, il faudrait en même temps changer l'échelle en cuivre, ou du moins la vérifier de nouveau. Il est évident que si l'échelle du manomètre de M. Richard eût été ainsi faite empiriquement, par comparaison avec un bon manomètre ordinaire, elle aurait eu toute la précision nécessaire pour la pratique. Il nous paraît d'ailleurs important que l'on ait des tubes soit en verre, soit en fer d'un calibre assez uniforme, pour qu'on puisse se contenter de déterminer ainsi par l'observation les points extrêmes de la division de l'échelle, sans employer le même moyen pour les divisions intermédiaires, parce que d'une part la graduation que l'on devra renouveler toutes les fois qu'un tube en verre se cassera, sera ainsi plus facile, et que d'un autre côté il importe d'avoir des divisions d'égale étendue.

J'ai fait le voyage de Paris à Versailles sur une locomotive munie d'un manomètre de M. Richard. J'ai vérifié le point de départ de l'échelle pendant la marche : je me suis assuré que l'instrument se comportait bien, qu'il s'adaptait avec facilité aux locomotives, sans gêner en quoi que ce soit les manœuvres du mécanicien et du chauffeur, que ses indications étaient facilement lisibles. Les mécaniciens que j'ai interrogés à ce sujet, n'ont aucune objection à faire à l'usage de cet instrument. Ils en reconnaissent l'utilité.

M. Verpilleux, de Rive-de-Gier, a adapté le manomètre de M. Richard aux locomotives qu'il

emploie au remorquage des waggons vides ou chargés, à la remonte de Rive-de-Gier à Saint-Etienne.

MM. Schneider du Creuzot ont adapté des manomètres semblables à leurs chaudières de bateaux à vapeur. Le prix de ces instruments, pouvant accuser des pressions de 7 à 7 1/2 atmosphères, est de 200 francs.

Il résulte de ce qui précède :

1° Que le manomètre raccourci de M. Richard peut être facilement adapté aux chaudières de machines locomotives, comme aux chaudières de bateaux à haute pression.

2° Que les indications de ce manomètre, sans comporter le même degré d'exactitude que celles du manomètre ordinaire à air libre et à long tube de verre, tel qu'il est décrit dans l'instruction ministérielle du 22 juillet 1843, sont cependant susceptibles d'une précision suffisante pour les besoins de la pratique, pourvu que les tubes en verre ou en fer aient été choisis aussi bien calibrés que possible, que les deux points extrêmes de l'échelle aient été déterminés par comparaison directe avec un manomètre bien construit, et que l'on ait soin de vérifier fréquemment et de rectifier au besoin la position du point de départ de l'échelle.

3° Que la division de l'échelle par un calcul qui suppose l'égalité du calibre intérieur des tubes en fer et en verre sera presque toujours fort inexacte et doit être rejetée ; qu'en conséquence il sera indispensable, quand on remplacera le tube en verre d'un manomètre de M. Richard, de remplacer aussi l'échelle, ou du moins de la vérifier de nouveau.

J'estime en conséquence qu'il y a lieu de la part de M. le ministre des travaux publics :

Premièrement, d'accorder son approbation au manomètre de M. Richard, sous les réserves indiquées dans ce qui précède, comme étant utilement applicable aux chaudières des machines locomotives et des bateaux auxquelles il est impossible d'adapter des manomètres ordinaires à air libre, à cause de la trop grande longueur du tube;

Deuxièmement, d'adresser à M. Richard une copie de l'avis de la commission, et de faire imprimer cet avis dans les *Annales des Mines* et dans les *Annales des Ponts et Chaussées*, avec la gravure de l'instrument;

Troisièmement, de demander à M. l'ingénieur en chef des mines, chargé du service central de la partie métallurgique et de la surveillance des chemins de fer. dans le département de la Seine, son avis sur la question de savoir s'il ne conviendrait pas de mettre un terme définitif au délai qui avait été accordé aux compagnies de chemins de fer pour se conformer à l'article 48 de l'ordonnance du 22 mai 1843, en leur prescrivant de munir le plus tôt possible les chaudières des machines locomotives en service de bons manomètres construits, soit comme celui de M. Richard, soit dans tout autre système qui offrirait le même degré d'exactitude.

La commission, après en avoir délibéré, approuve le rapport qui précède, et en adopte les conclusions.

NOTE

Sur un mécanisme propre à empêcher la chute des bennes dans les puits de mines, par suite de rupture des câbles.

Par M. MACHECOURT.

Un accident malheureux qui a eu lieu, il y a environ un mois et demi dans les mines de Deuze, à la suite de la rupture d'un câble en fil de fer, et qui a causé la mort de deux ouvriers employés à des réparations aux boisages des puits, m'a suggéré l'idée de chercher à prévenir le retour d'un semblable malheur; à cet effet j'ai fait établir un petit mécanisme au sommet d'un plateau servant à remonter les wagons dans les puits coulissés, qui a parfaitement réussi, et qui remplit de la manière la plus satisfaisante le but que je m'étais proposé, en retenant ce plateau suspendu aux parois des puits après la rupture du câble. L'intérêt qui se rattache à tout ce qui peut contribuer à la conservation des malheureux mineurs dans leurs périlleux travaux, peut donner quelque valeur a ma petite invention.

Je joins à ma lettre un petit dessin de mon appareil, qui consiste en deux leviers en forme de pied de biche, fixés aux plateaux par un même boulon autour duquel ils peuvent se mouvoir. Ils sont armés chacun d'un ressort que tend le poids du fardeau suspendu au câble. La rupture de ce dernier rendant aux ressorts leur énergie, ceux-ci écartant les leviers qui alors viennent se fixer aux

madriers placés sur les parois des puits, dans lesquels ils pénètrent instantanément et à une assez grande profondeur pour que le plateau ne descende pas d'une manière appréciable à l'œil, et y reste fixé invariablement.

La *fig.* A, *Pl. XIII*, représente le plan d'un plateau placé dans le puits et muni de cet appareil.

B représente l'état de l'appareil, le plateau étant suspendu au câble.

Dans la *fig.* C le câble est rompu et le plateau fixé aux parois des puits par les deux leviers en pied de biche.

a, b, sont les leviers en question.

c, c, les ressorts.

d, d, deux chaînes fixées à la chaîne principale qui tendent les ressorts.

e, e, sont des madriers qui doivent régner à côté des coulisses sur toute la hauteur des puits, dans les cas où ces puits ne sont pas boisés d'une manière continue comme il en existe ici plusieurs.

Je me bornerai à ces détails, ne voulant pas entrer dans d'autres explications qui seraient superflues à cause de la simplicité du mécanisme.

Je n'ai encore expérimenté ce procédé que pour les cas des puits coulissés, où il réussit. Cependant je le crois applicable à tous les puits en mettant quatre bras au lieu de deux, et suspendant au moyen d'une chaîne le fardeau au-dessous. Je me propose donc de faire bientôt l'essai de ce nouvel arrangement, et je ferai connaître ultérieument le résultat de ma nouvelle expérimentation.

Note de la rédaction.—Il ne sera peut-être

pas inutile de faire remarquer ici que pour compléter l'appareil de M. Machecourt, il serait utile de placer au-dessus de la plate-forme circulant dans le puits une sorte de couvercle ou chapeau très-solidement construit, et destiné à empêcher, en cas de rupture du câble, la partie de ce câble qui resterait liée aux chaînes d'attache, de tomber sur la tête des ouvriers, et de les assommer.

Nous ajouterons encore qu'il paraîtrait préférable, au lieu de faire les extrémités des arcs-boutants tranchantes pour qu'elles pénètrent dans le bois des guides, de leur donner une forme arrondie de manière à ce qu'elles n'agissent que par frottement comme les mâchoires d'un encliquetage à la *Dobo*.

NOTE

Sur un minerai de plomb sulfuré argentifère situé à Sanep, arrondissement de Valaguercki, district de Vladi-Kavkaz, dans le Caucase.

Par M. CARTERON.

Résumé géologique sur le district de Vladikavkaz en général.

Le terrain qui s'étend de Douchett à Vladi-Kavkaz, sur un espace de plus de 150 verstes de longueur, en longeant les vallées de l'Aragva et du Térek, offre dans toute son étendue des coupes géologiques à pic, sur une hauteur considérable; la succession des terrains s'y présente dans ses moindres détails, sur un développement vraiment gigantesque, et donne le moyen d'en faire une étude géologique circonstanciée.

Le mont Kazbek, une des cimes les plus élevées de la crête du Caucase, semble avoir été le principal centre de soulèvement, autour duquel se sont groupées les chaînes de montagnes de formation primitive qui lui sont subordonnées. Il est composé en grande partie d'un porphyre trachytique, brun-rougeâtre, mêlé de paillettes de mica grisâtre et de grands cristaux de feldspath vitreux. En certains endroits, le porphyre devient terreux, feldspathique, et contient alors une multitude de petits cristaux d'amphibole. Les détritus de sa masse, entraînés à la longue par la fonte de ses neiges et les eaux torrentielles, ont fini par former, suivant différentes directions, plusieurs chaînes très-allongées de petites montagnes composées de fragments de toutes ses roches, mêlées à de l'ar-

gile feldspathique terreuse à moitié décomposée.

Il est remarquable que l'effort central, qui a soulevé et formé cette partie de la chaîne, a exercé brusquement son action sur la partie la plus septentrionale du Caucase, à la limite des steppes russes : c'est ce qui explique en partie la grande rapidité du Térek et de tous les torrents qui descendent de la chaîne, en courant du sud au nord, rapidité due sans aucun doute au voisinage et à la position élevée de leurs sources. De plus, cette partie septentrionale est bien plus escarpée que la méridionale qui, jusqu'à Tiflis, va peu à peu se terminer en monticules à dômes très-surbaissées. Le granit, le trachyte et la syénite ont dans cette partie nord une pente très-roide, car sur une longueur de 15 à 20 verstes en ligne horizontale, depuis le Kazbek en allant au nord, la chaîne présente le long des rivières des parois perpendiculaires et nues, qui ressemblent à des murs, et les sommets s'élancent hardiment en cimes trachytiques, qui de loin offrent l'apparence d'édifices en ruine.

Les différentes chaînes de montagnes, situées circulairement autour du Kazbek à des distances plus ou moins grandes, sont rangées la plupart suivant l'ordre géologique, savoir : les plus voisines du Kazbek sont le granit à gros grains, puis le granit à grains fins, puis le gneiss, le micaschiste et différents porphyres noirs et verts intercalés; puis, plus loin, le schiste ardoisier (le *thonschiefer* des Allemands) renfermant de grands filons de quartz blanc laiteux et cristallisé, puis après la série des terrains de transition, le vieux grès rouge feldspathique, puis un calcaire gris d'acier, très-compacte, presque verticalement redressé. Ce calcaire, qui commence un peu avant

Passanaour, se retrouve également de l'autre côté du Kazbek à égale distance, entre Lars et Vladi-Kavkaz, à l'entrée du défilé.

J'ai retrouvé dans le lit du Térek presque toutes les roches que j'ai rencontrées dans mes excursions dans l'Ossétie ; et l'on peut, je crois, presque affirmer que, excepté les roches tendres et facilement décomposables, telles que les schistes et certains porphyres terreux, ce torrent roule dans son lit toutes les roches qui coupent la chaîne de cette partie du Caucase.

C'est dans la zone du micaschiste, cité plus haut, qu'est situé l'arrondissement de Valaguercki, où se trouve un filon de galène (plomb sulfuré) argentifère.

Position de ce [filo]n. Sa nature. [Se]s dimensions.

Ce filon est situé dans le district de Vladi-Kavkaz, arrondissement de Valaguercki, au pied d'une montagne élevée, sur laquelle est bâti un village appelé Sanep. Si de ce village on pouvait aller en ligne droite, d'une part au mont Kazbek et de l'autre à la ville de Vladi-Kavkaz, on compterait à peine 10 verstes du filon au mont Kazbek et 35 de ce même filon à Vladi-Kavkaz, mais la difficulté des chemins, les rivières rapides et profondes à traverser ; les 5 à 6 crêtes de montagnes abruptes à franchir ou à tourner, allongent bien cette distance du quadruple, et ce n'est pas trop s'écarter de la vérité que de placer ce filon à 160 verstes nord-ouest et à trois jours de marche continue de Vladi-Kavkaz.

Le filon est situé dans une gorge très-resserrée, formée de trois montagnes de médiocre élévation, mais inaccessibles de toutes parts, à cause de leurs pentes abruptes. Ces trois montagnes sont séparées par des torrents très-rapides et qui ne taris-

sent jamais. Elles sont toutes formées de quartz micacé ou de micaschiste jaunâtre, renfermant, disséminées çà et là des lames très-larges de mica blanchâtre, des macles et des cristaux de tourmaline, d'épidote, de disthène et de zircon.

Le filon de minerai est situé à 20 sagènes de la base de la montagne nord-ouest. Il n'est pas unique; mais il est composé de cinq à six filons qui se croisent dans toutes les directions, et semblent pénétrer la masse de micaschiste, à une profondeur assez grande. L'autre montagne, tournée au nord-est, est également formée de micaschiste. Elle est séparée de la première par un torrent, et renferme un autre filon d'une épaisseur et d'une richesse plus grande; mais je n'y ai pas remarqué de filons croiseurs.

Sept galeries, creusées jadis dans le sens même des filons, montrent suivant quelle ligne tortueuse le filon se ramifie dans la montagne. Tantôt presque vertical, il devient tout à coup horizontal pendant quelques sagènes, pour se recourber subitement à droite ou à gauche suivant un angle de 30, de 45 et 80 degrés; mais la moyenne de l'angle, que toutes les courbes des filons croiseurs font avec la verticale, ne dépasse pas 45 degrés.

Le filon a $\frac{3}{4}$ d'archine de largeur dans sa plus grande épaisseur; mais ses dimensions sont loin d'être constantes. Souvent il arrive que le filon, se rétrécissant subitement, offre à peine $\frac{1}{2}$ verchok de largeur pour reprendre, à une distance plus éloignée, $\frac{1}{3}$ ou $\frac{1}{4}$ archine de puissance. En d'autres endroits, le minerai semble être entièrement épuisé et remplacé par une gangue ferrugineuse rougeâtre, ou par un quartz blanc très-caverneux: mais en creusant plus profondément, on le re-

trouve avec une puissance et des dimensions encore plus grandes qu'avant. Généralement, les trois montagnes de micaschiste qui forment cette gorge contiennent, ramifiés en tous sens, des filons de minerai, et je ne doute pas que des recherches minutieuses et attentives dans cette même localité, suivies de quelques fouilles conduites avec discernement, n'amenassent à la découverte de plusieurs autres filons aussi riches que ceux-ci. Sept galeries ont été percées et déblayées il y a un an dans la direction des anciennes creusées jadis. Quatre sont maintenant abandonnées, pour cause d'éboulement; les trois autres qui restent ont : la première 43 sag. de profondeur; la deuxième 8 sag. et la troisième 12 sagènes.

Ajoutons comme considération très-importante, qu'une forêt de quelques verstes carrées d'étendue, se trouve à la proximité de ce minerai. Il est fâcheux que les arbres qui la composent ne soient que de moyenne élévation et peu propres aux constructions de bâtiments ou aux étais de mines. Cette forêt, ainsi que la mine, n'appartient à personne, et l'on ne peut pas dire qu'un des villages de Valaguercki plutôt qu'un autre ait des droits à faire valoir comme propriétaire.

Richesse et composition de ce minerai.

Ce minerai, qui est du plomb sulfuré argentifère, se présente dans les filons sous plusieurs variétés d'aspect physique et de composition chimique, qu'il faut avoir bien soin de ne pas confondre.

On en peut distinguer trois variétés:

1° Le minerai le plus commun et le plus répandu dans la roche est une galène (plomb sulfuré) contenant certainement de l'argent, mais pas assez pour qu'on puisse l'en retirer avec profit. Il est blanc

brunâtre, à reflets très-brillants ; il est très-compacte, presque pur, offrant peu de mélange avec les matières terreuses et pesant un peu moins que le plomb. Sa texture est cristalline, cubique ; son clivage est également cubique, et les petits morceaux que l'on en détache par la percussion offrent tous des faces parallèles à celles du cube. Les faces du cube sont petites, ce qui, sans le secours de l'analyse chimique, indique déjà la présence de l'argent. Il exhale par le frottement une odeur sulfureuse et se fond à la chaleur rouge en donnant une légère fumée. Cette première qualité de minerai, je l'ai déjà dit, est la plus abondante et se présente en masse dans les filons.

2° La deuxième variété de minerai, moins répandu que le précédent, mais assez pour être exploité avec bénéfice comme mine d'argent, est une galène argentifère, à très-petites facettes rondes, brillantes et se détachant de la masse par petites écailles brillantes. Elle est sillonnée et entremêlée d'ocre de fer et de veines quartzeuses. Cette deuxième qualité se trouve dispersée, en veines et en filons de très-petite épaisseur, dans la masse de galène, première variété, citée plus haut. Elle est généralement assez abondante pour être exploitée avec profit comme mine d'argent.

3° Enfin, la troisième qualité comprend les différentes variétés de plomb et d'argent, dispersées çà et là dans la masse, et qui au triage offrirait un amas assez considérable pour être fondu et coupellé comme mine d'argent. Ces différentes variétés comprennent, savoir : argent sulfuré aigre cassant, cobalt argentifère, les doubles sulfures d'argent et d'antimoine, etc.

Cette troisième qualité de minerai, ajoutée à

la deuxième précitée pour être traitée simultanément, offrirait, je n'en doute pas, du profit aux exploitants.

Historique de ces filons de galène. Parti qu'on en a tiré.

La découverte de ces minerais de plomb argentifère n'est point une chose nouvelle. Leur exploitation remonte à un temps immémorial. Ces filons, jadis exploités, puis traités et fondus par petites parties, furent abandonnés brusquement pour une cause que je ne connais pas, mais qu'il est facile d'entrevoir dans un pays en proie alors à toutes sortes de brigandages. Les galeries à moitié creusées, sans avoir épuisé le minerai, les vieux tas de minerai extrait que l'on y voit encore, enfin l'amas assez volumineux d'anciennes scories de fonte de plomb, qui se trouvent encore en morceaux à quelques sagènes de là, ne laissent aucun doute sur l'ancien traitement de ces minerais. La manière dont les exploitants de ce temps-là se servirent pour fondre ces minerais, fut bien imparfaite; car la nature de leurs scories que j'ai examinées, prouve qu'ils se contentaient de mêler simplement le charbon au minerai et de fondre le mélange en le brassant. Le peu de plomb qu'ils retiraient par ce procédé, devait être mélangé de sulfates et de sulfures, et par conséquent aigre et cassant. Ils rejetaient ensuite toute la partie légère qui surnageait le bain et qui n'était, comme on le voit encore, qu'un magma de charbon, de sulfate de plomb, d'autres sels métalliques sulfurés et sulfatés et d'une grande quantité de plomb sulfuré à moitié fondu.

Ces scories, rejetées dans un seul endroit, forment une masse de 5 à 6 sagènes carrées de surface, sur 2 archines d'épaisseur. Si les filons étaient jugés dignes d'être exploités en grand, ce magma

de scories pourrait être repris et refondu avec profit : car c'est un plomb sulfuré et sulfaté tout exploité et tout trié. La puissante couche d'alluvion, qui recouvre ces scories, prouve le long espace de temps écoulé depuis l'ancien traitement de ces minerais.

Il y a un an, un Grec, sujet russe, nommé Spiridon Tchakalof, entrepreneur du pont de Vladi-Kavkaz, ayant reçu par hasard quelques échantillons de ces minerais, alla prendre connaissance de la localité; puis, étant venu à Tiflis en avertir les autorités supérieures, il en reçut une permission authentiquement légalisée d'exploiter à son compte les filons de Valaguercki et généralement tous les filons métallifères qu'il rencontrerait dans cette partie du Caucase. Il fit venir à ses frais de la Grèce des maîtres fondeurs et des ouvriers mineurs, tous Grecs, et entreprit à ses frais les déblais des anciennes galeries éboulées, l'extraction du minerai, les constructions des bâtiments et fourneaux, la carbonisation des forêts et la fonte des minerais. Quand je suis arrivé sur les lieux, il achevait de construire ses fourneaux de fusion et se disposait à fondre prochainement. Quel sera le résultat de sa première opération exécutée en grand? Combien d'argent et de plomb l'habileté de ces maîtres de forges grecs retirera-t-elle par poud de minerai? Cette première expérience faite, il se propose de venir à Tiflis immédiatement soumettre aux autorités supérieures les résultats numériques et matériels de cette première fusion.

Conclusion.

La richesse du minerai, l'épaisseur du filon, le nombre des filons croiseurs, tels que je les ai examinés dans les trois galeries actuellement en travail, rendent cette localité digne de la plus

grande attention. La position de la mine, à la proximité d'une forêt et de deux torrents, que l'on pourrait plus tard utiliser comme moteurs pour des machines hydrauliques servant à l'épuisement des eaux, l'extraction du minerai ou à desservir des machines soufflantes, la rend propre à la construction d'une usine et de fourneaux de fusion.

La quantité d'argent contenue dans la masse totale des filons est trop faible, comparée à celle du plomb; il serait donc d'une mauvaise spéculation de rejeter tous les minerais de plomb, pour ne recueillir que ceux des galènes les plus argentifères.

Ces filons peuvent, par leur traitement, donner lieu à deux métaux, plomb et argent, d'une valeur commerciale assez grande, pour qu'ils vaillent la peine d'être traités séparément; le plomb dans un fourneau à cuve ou à réverbère, l'argent dans un fourneau de coupellation. Cette double opération qui pourrait se faire simultanément dans le même établissement n'augmenterait, ni ne diminuerait en rien les frais d'exploitation, le nombre des ouvriers, le prix de la main-d'œuvre, les frais de construction. Il suffirait seulement de construire un fourneau de plus, et d'employer un peu plus de combustible.

Par un hasard très-heureux, la seule forêt qui existe au milieu de ces pays montagneux, nus et pelés, dans une circonférence de 20 verstes de diamètre existe justement à Valaguercki, à côté du filon. Les arbres qui la composent ne sont que de moyenne hauteur, de petite épaisseur, et par conséquent impropres aux constructions et ne pourront fournir que de faibles étais de mines. Ils appartiennent tous à cette espèce de bois, dit bois

d'épingles, et ne peuvent donner qu'un charbon léger et poreux. Cette forêt n'a aucun propriétaire particulier, et chaque village voisin y vient exploiter le combustible nécessaire à sa consommation. Le commandant de Vladi-Kavkaz, M. le colonel Nestérof, m'a dit que ces pays s'étant, dès l'origine, pacifiquement soumis à la Russie, la couronne n'était pas propriétaire de cette forêt. Il serait donc très-important de s'assurer, avant tout, la possession immédiate de tous les bois environnants, pour n'avoir pas dans la suite à acheter un peu cher les prétentions peut-être mal fondées de quelques propriétaires qui surviendraient.

La localité où existent ces filons se trouve dans le même cas et n'a pas de propriétaire immédiat.

NOTICES NÉCROLOGIQUES.

Le corps des mines s'est toujours fait un devoir de payer, par la voie des *Annales*, un juste tribut d'éloges et de regrets à ceux de ses membres qu'il a la douleur de perdre, et qui ont rendu des services au pays. Depuis quelques années ce pieux usage paraît tombé en désuétude, et cependant le corps des mines a fait dans cet intervalle de temps des pertes bien sensibles : plusieurs membres d'un mérite éminent et qui s'étaient acquis des titres nombreux à la reconnaissance publique, lui ont été enlevés. La Commission des *Annales* a voulu que ces titres fussent reproduits dans un recueil qui est en quelque sorte pour tous les membres du corps un livre de famille, et elle a pris les mesures nécessaires pour la publication de notices nécrologiques sur chacun des ingénieurs auxquels cet hommage n'a pas encore été rendu. Déjà les lecteurs des *Annales* trouveront dans la présente livraison la notice relative à M. Lelièvre; les autres suivront, nous l'espérons du moins, à de courts intervalles.

NOTICE NÉCROLOGIQUE SUR

M. LELIÈVRE,

INSPECTEUR GÉNÉRAL DES MINES;

Par M. DE BONNARD.

Claude-Hugues LELIÈVRE, inspecteur général au corps royal des mines, membre de l'Académie royale des sciences, chevalier de la Légion

d'honneur, était né à Paris, le 28 juin 1752. Fils d'un pharmacien, il fut destiné par ses parents à la carrière médicale, et fit ses études, appropriées à ce but, sous les plus célèbres professeurs de cette époque; mais un voyage dans les Vosges et un séjour assez long sur les mines de Sainte-Marie et de Lacroix déterminèrent sa vocation pour la minéralogie et la métallurgie. En 1783, lors de la création de l'École royale des mines, il se présenta et fut reçu élève. Au bout d'un an, le 24 juin 1784, il fut nommé ingénieur des mines. Il avait visité, comme élève, les mines de l'Auvergne et du Rouergue; de 1784 à 1788, il fut chargé successivement d'inspecter les exploitations de la Champagne, de la Bourgogne et de la Franche-Comté; les ardoisières des environs de Charleville, où on annonçait une prétendue découverte de houille; les mines et les forges du Dauphiné; celles du Charolais; les mines de la chaîne des Pyrénées, conjointement avec M. Gillet de Laumont, voyage dans lequel les deux ingénieurs découvrirent le Pyroxène en roche de l'étang de Lherz et le Dipyre; les tourbières des environs de Beauvais; enfin il fut envoyé, en 1788, sur les mines de houille de Decize, à l'effet d'examiner le parti le plus évantageux à prendre relativement à ces mines.

M. Lelièvre fit connaître, en 1787, dans le Journal de Physique, la roche de l'étang de Lherz, qu'il désigna sous le nom de *Chrysolithe des volcans*, la confondant alors avec le Péridot. L'examen des caractères chimiques du Dipyre lui fit au contraire déterminer cette substance, qu'on voulait rapporter à la Pycnite, comme constituant réellement une espèce minérale particulière.

En 1789, M. Lelièvre fut placé à l'affinage de la monnaie et spécialement chargé de la vérification des titres des lingots d'or et d'argent. Les bouleversements de la révolution lui laissèrent cette fonction, et ils y ajoutèrent celle de membre de la *Commission temporaire des arts*, adjointe en 1794 au comité d'instruction publique de la convention nationale, et celle de commissaire du comité de salut public, pour suivre les expériences relatives aux sciences et aux arts, ordonnées par ce comité. M. Lelièvre coopéra, en cette dernière qualité, avec MM. d'Arcet, Pelletier et Giroud, aux travaux qui eurent pour résultat la rédaction de deux rapports importants, sur les divers moyens d'extraire avec avantage la soude du sel marin, et sur la fabrication des savons, rapports publiés en 1794 par le gouvernement, et qui ont contribué au développement de ces deux industries.

Le petit nombre d'années qui s'était écoulé depuis 1783 avait déjà rendu assez évidente l'utilité de l'école et des ingénieurs des mines, pour que le gouvernement révolutionnaire jugeât nécessaire de rétablir cette institution de Louis XVI, presque aussitôt après la destruction de toutes les institutions de l'ancienne monarchie. L'époque tristement célèbre sous le nom de règne de la terreur durait encore, lorsque des arrêtés du comité de salut public, des 13 et 18 messidor an II, établirent une *Agence des mines*, relevant de la *Commission des armes, poudres et mines*, et sous la direction de l'*Agence* des inspecteurs, ingénieurs et élèves des mines : M. Lelièvre fut nommé alors inspecteur. Des trois membres nommés de l'*Agence*, deux seulement, MM. Gillet de Laumont et Le-

febvre d'Hellancourt, appartenaient à l'ancien corps des mines; le troisième fut M. Dabancourt, précédemment membre de l'*Agence révolutionnaire des salpêtres*. Au bout d'un mois, ce dernier fut remplacé par M. Adet, habile chimiste, également étranger au corps des mines, et qui lui-même n'occupa ce poste que pendant quelques semaines. Dans cet intervalle, M. Lelièvre fut chargé, par l'*Agence*, de faire, au laboratoire de la monnaie où il travaillait encore, plusieurs essais de minerais, ou d'alliages métalliques provenant de confiscations diverses, et de donner son avis sur les moyens d'utiliser ces alliages et les métaux qu'on pouvait en retirer. On le chargeait aussi de procurer au laboratoire, qu'on voulait fonder à l'Ecole des mines, les fourneaux et ustensiles nécessaires, en les demandant à *la Commission des arts* dont il était membre. Tels étaient alors le désordre et la pénurie, que quelquefois M. Lelièvre était obligé de répondre qu'il ne pouvait faire les essais qu'on lui demandait, faute de charbon, et qu'il devait se borner à faire connaître son opinion sur les minerais qu'on lui avait transmis, d'après leurs caractères minéralogiques.

Le 1er vendémiaire an III (22 septembre 1794), M. Lelièvre devint membre de l'Agence des mines, en remplacement de M. Adet.

1793 avait détruit les académies et autres corporations savantes. La société philomatique, réunion de quelques jeunes gens qui, depuis 1788, ayant pris pour devise : *étude et amitié*, s'assemblaient périodiquement les uns chez les autres pour se communiquer mutuellement les résultats de leurs études et de leurs travaux, restait la seule association scientifique existant à Paris. Les

trois membres de l'Agence des mines devinrent membres de cette société. Mais bientôt, une loi du 3 brumaire an IV (25 octobre 1795) ayant, en exécution de l'acte constitutionnel de l'an III, créé *l'Institut national des sciences et des arts*, M. Lelièvre, qui était dès lors reconnu pour l'un des plus habiles minéralogistes de France, fut nommé membre de la *classe des sciences mathématiques et physiques* de l'Institut (aujourd'hui Académie royale des sciences), dans la section : *histoire naturelle et minéralogie*, où il avait pour collègues MM. d'Arcet, Haüy, Desmarest, Dolomieu et Duhamel. Les deux premiers avaient été nommés par le directoire exécutif, pour faire partie du noyau de quarante-huit membres qui étaient chargés d'élire leurs confrères: M. Lelièvre fut élu ainsi, le 22 frimaire an IV, dans la sixième séance de l'Institut, constitué alors aux deux tiers seulement, et composé en conséquence de quatre-vingt-seize membres.

Dans cette même année 1795, M. Lelièvre refusa la place d'administrateur des monnaies qui lui fut offerte, préférant rester, avec des appointements beaucoup moins considérables, administrateur d'une autre branche de service public, vers laquelle son goût avait, dès sa jeunesse, dirigé ses études. L'Agence des mines constituait, en effet, une véritable administration, placée d'abord, ainsi que nous l'avons dit, sous les ordres de la Commission des armes et poudres, mais correspondant aussi quelquefois sans intermédiaire avec le comité de salut public. Par la loi du 30 vendémiaire an IV, *l'Agence des mines* devint *le Conseil des mines*, qui fut placé sous l'autorité du ministre de l'Intérieur; et malgré les tentatives qui

furent faites alors, à plusieurs reprises, pour réduire ses attributions à celle de *donner des conseils* au ministre et pour transporter l'action administrative dans les bureaux du ministère, le Conseil des mines resta administration des mines, et comme tel, chargé de diriger l'instruction des affaires concernant l'exploitation des substances minérales, et de correspondre, à ce sujet, avec les administrations départementales. Dans le partage que les trois membres de l'Agence ou du Conseil firent entre eux, de la préparation du travail commun, M. Lelièvre eut pour attributions spéciales : 1° la partie administrative proprement dite; 2° tout ce qui pouvait concerner particulièrement les substances métalliques. L'ordre de choses, constitué par la loi du 30 vendémiaire an IV, fut confirmé par l'arrêté des consuls du 23 pluviôse an X, et subsista jusqu'en 1810.

M. Lelièvre ayant été le dernier survivant des membres de *l'Agence des mines*, nous croyons devoir, en interrompant un instant le récit de ce qui le concerne personnellement et nous reportant à des souvenirs déjà bien anciens, rappeler des faits aujourd'hui généralement oubliés ou inconnus, et dire quelques mots de ce qu'a été cette administration, née au plus fort de la tourmente révolutionnaire; de ce qu'ont fait, au milieu du délire de ce temps, trois hommes de bien, modestes, sans ambition aucune; et qui, par cette absence même d'ambition, par cette modestie, enfin par leur éloignement pour toute passion politique, semblaient devoir être bien faibles, contre tout ce qui, autour d'eux, au-dessus d'eux, s'agitait si violemment et désolait la France.

Dès sa création, l'agence des mines devint un

asile pour beaucoup de savants et d'amis des sciences, qui trouvèrent près d'elle protection et secours de tout genre. Dolomieu, Vauquelin, Faujas de Saint-Fond, Picot de Lapeyrouse furent agrégés au corps des mines auquel ils avaient été jusqu'alors étrangers. D'autres, tels que l'abbé Haüy, l'abbé Tonnelier, MM. Macquart, Coquebert de Montbret, Silvestre, Beurard, Clouet, se groupèrent aussi, à titres divers, autour de l'administration nouvelle, et tous ont pu achever ainsi sans naufrage la traversée de la tempête... Le calme, les moyens d'existence, enfin les moyens de se livrer au travail, procurés ainsi à quelques hommes d'un mérite supérieur, ont produit de grands et beaux résultats scientifiques, parmi lesquels on doit citer surtout le *Traité de Minéralogie* qui a changé la face de la science. Dans cet ouvrage, les conclusions des recherches cristallographiques et physiques de Haüy, pour la détermination des espèces minérales, s'appuient sans cesse sur les analyses et les découvertes chimiques de Vauquelin, et souvent aussi sur les observations de plusieurs autres des savants réunis dans le même établissement. On doit remarquer notamment que l'habileté toute particulière de M. Lelièvre, soit pour reconnaître les minéraux par leur *facies*, soit pour deviner leur nature par un simple essai au chalumeau, soit pour trouver, dans les divers modes de fusion au chalumeau, des caractères précis et constants pour chaque minéral, a fréquemment aidé à la détermination, à la classification, enfin à la *caractéristique* des espèces. Des témoignages multipliés de ce fait sont inscrits dans les pages du Traité de minéralogie.

Les jeunes gens qui, à cette même époque, vin-

rent, en assez grand nombre (1), chercher à la fois, à l'École des mines, instruction et refuge, y trouvèrent, avec les leçons des professeurs les plus distingués, et avec une direction éclairée pour leurs études, une bienveillance, une sollicitude toute paternelle, bien précieuse pour eux dans ces temps malheureux, et dont, après un demi-siècle, ceux qui existent encore conservent une mémoire reconnaissante. Il faut ajouter, pour compléter l'esquisse du tableau que présentaient alors l'École et l'Agence des mines, que, dès le commencement de l'institution, les élèves ont aussi contribué aux résultats scientifiques que nous venons de rappeler. Dans le discours préliminaire et dans différentes parties de son ouvrage, Haüy se plait à reconnaître ce qu'il a dû au zèle et aux travaux de plusieurs élèves de l'École des mines.

Les exploitants des mines de France, les mineurs, et les mines elles-mêmes, reçurent également de l'Agence des mines une protection souvent efficace contre les effets des désordres et des passions révolutionnaires. Dans beaucoup de lieux, les ouvriers des mines et des usines furent, sur les instantes sollicitations de l'Agence, *mis en réquisition* pour rester à leur poste, et échapper ainsi aux réquisitions militaires. Des *réquisitions*

---

(1) Quarante élèves avaient été appelés à l'École des mines par l'arrêté du comité de salut public, du 18 messidor an II, et ce nombre, évidemment hors de proportion avec celui des ingénieurs et des inspecteurs des mines institués par le même arrêté, semblait n'avoir été déterminé que pour ouvrir à plus de jeunes gens un abri contre les persécutions. En l'an IV, le nombre des élèves fut réduit à vingt, et l'École des mines commença alors à se recruter parmi les élèves de l'École polytechnique.

d'une autre sorte encore, seul moyen d'approvisionnement qui pût alors, sous l'empire de la loi du *maximum*, être mis en usage, procurèrent aux établissements de mines les plus importants les bois, la poudre, et les autres objets nécessaires à leur exploitation, et empêchèrent ainsi des chômages, des abandons, des ruines, qui eussent été des calamités déplorables, même au milieu de tant de calamités plus grandes.

Enfin, plusieurs concessionnaires de mines, dépouillés de leurs exploitations, chassés de leurs résidences, étaient en fuite, proscrits, quelques-uns mêmes portés sur la liste des émigrés. Leur réintégration, leur radiation de la liste fatale fut demandée avec force, avec persévérance, et fut maintes fois obtenue.

Pour arriver à de tels résultats, il fallait non-seulement lutter contre les autorités révolutionnaires des localités, et contre les *représentants du peuple* et autres *commissaires* en mission dans les départements, qui allaient quelquefois jusqu'à donner, de leur autorité privée et sans formalité aucune, des concessions de mines; mais il fallait lutter aussi contre l'application des lois de cette époque, même, on doit le reconnaître, contre l'application rigoureuse de plusieurs dispositions de la loi du 28 juillet 1791, qui mettaient les mines à la merci des propriétaires de la surface, et on peut penser que ce n'était pas sans de grands efforts, qu'une administration secondaire, n'ayant aucun pouvoir direct, aucune influence politique, parvenait à arracher en quelque sorte à l'autorité une protection pour les uns, des réparations pour les autres, toutes choses également opposées à l'esprit du temps, aux principes proclamés alors

comme règles de la marche du gouvernement. Mais, quand il le fallait, c'était directement au comité de salut public que l'Agence des mines adressait, en faveur des mines ou des mineurs, ou des exploitants, des réclamations dont le comité se trouvait obligé de reconnaître l'exactitude, l'équité, la convenance.

Indépendamment de ces réparations d'injustices ou de spoliations particulières, les décisions, protectrices des exploitants et des exploitations, obtenues ainsi par l'Agence des mines, fondèrent peu à peu une jurisprudence administrative corrigeant quelques principes désastreux qui avaient été introduits dans la loi de 1971, et elles préparèrent le retour à des principes de législation des mines plus en rapport avec la nature des choses. La discussion explicite de ces principes fut ensuite, pendant les cinq ou six années qui précédèrent la rédaction définitive de la loi du 21 avril 1810, l'objet d'une controverse animée à laquelle le conseil des mines prit toute la part qui appartenait à sa position.

Ajoutons que l'Agence et le Conseil des mines ont dû encore soutenir souvent, et même après le retour de l'ordre en France, des luttes d'un autre genre, contre l'influence des personnages les plus élevés, des associations les plus puissantes, dans la discussion d'affaires qui mettaient en jeu de très-grands intérêts. Les anciennes archives de l'administration renferment des témoignages remarquables de la consciencieuse impartialité, et aussi du discernement éclairé qui présidaient, sans aucune acception de personnes, à l'examen et au jugement des titres des divers prétendants; mais il est peut-être plus remarquable encore d'y

voir la constance et la fermeté avec lesquelles le droit était défendu contre les plus hautes protections, par ces trois hommes qui, en raison de la modicité de leur fortune personnelle et de celle de leurs appointements (1), étaient restés dans la position la plus modeste, hommes que leur dévouement à leurs devoirs et à la science rendait en quelque sorte étrangers au monde, qui étaient presque inconnus aux chefs de l'Etat, et qui n'avaient même à peu près que des relations de service avec les ministres dont ils préparaient les avis et les décisions.

M. Lelièvre avait précisément dans le caractère cette fermeté, cette constance, dont l'Agence des mines et le Conseil des mines ont dû souvent faire usage; il a rendu certainement, sous ce point de vue, de grands services à ses collègues et à l'administration.

En messidor an V (juillet 1797) M. Lelièvre avait été envoyé en mission dans le département de la Haute-Vienne, et spécialement chargé d'examiner le filon de Wolfram reconnu à Puy-les-Vignes par M. Picot de Lapeyrouse, inspecteur des mines. Ce fut sur le rapport de M. Lelièvre que l'Agence des mines proposa de faire faire des fouilles sur ce filon, aux frais de l'État, à l'effet d'y rechercher des minerais d'Etain, et ces travaux, ordonnés postérieurement, ont amené la découverte de l'Étain en France, découverte qui avait un assez grand intérêt scientifique, mais qui

(1) Le traitement des membres de l'Agence et du Conseil des mines, chefs de l'administration des mines en France, est resté pendant longtemps fixé, d'abord à 5000, puis à 6000 francs.

serait devenue d'une grande importance, si les gîtes d'Étain, que l'administration a successivement fait explorer pendant plusieurs années, s'étaient montrés assez riches pour être utilement exploitables. Quatre ans plus tard, en traversant le même département de la Haute-Vienne pour se rendre aux eaux de Barréges, M. Lelièvre remarqua, près de Limoges, comme faisant partie de roches granitiques, des masses assez considérables d'une substance qu'il reconnut et signala comme appartenant à l'espèce de l'Émeraude, et dont il envoya les premiers échantillons à l'Agence des mines en messidor an IX. Le 1er thermidor suivant, cette découverte de l'Émeraude en France fut annoncée dans une note lue à la classe des sciences de l'Institut par M. Gillet de Laumont.

Aux mêmes époques appartiennent plusieurs mémoires ou notices de M. Lelièvre, lus à l'Institut ou à la société philomatique et insérés, soit dans le Bulletin des sciences publié par cette société, soit dans les Mémoires de l'Institut, soit dans le Journal des mines ou le Journal de physique. Nous citerons seulement : Notice sur la découverte en France du Sulfate de strontiane (nivôse an VI); — sur le Feldspath vert de Sibérie et l'existence de la potasse dans cette pierre (vendémiaire an VII); — sur la Lépidolithe (frimaire an VII); — sur l'Uranite (nivôse an VIII); — sur le Cuivre arséniaté en lames (floréal an IX); — sur un Minerai de plomb suroxygéné et arsénié (frimaire an X).

En l'an VIII (1799), M. Lelièvre fut désigné par le gouvernement pour faire partie du conseil de perfectionnement de l'École Polytechnique, délégation qui lui a ensuite été continuée onze fois, et jusqu'en 1815.

Le 10 germinal an X (31 mars 1802) un arrêté du premier consul nomma M. Lelièvre commissaire du gouvernement à l'île d'Elbe, *pour proposer, à l'égard des mines de fer de cette île, les mesures qu'il croirait les plus avantageuses à la France*. On voit, dans le petit nombre de rapports sur cette mission qui existent aux archives de l'administration des mines (la plus grande partie de ces rapports ayant été adressée à l'administration de la Légion d'honneur), que M. Lelièvre s'est attaché avec beaucoup de soin à prémunir le gouvernement contre des spéculateurs de toute sorte, qui voulaient exploiter à leur profit cette richesse nouvellement acquise à la France, et à faire repousser des propositions qui tendaient toutes à ce but par des moyens divers. — Au bout de peu de mois, M. Lelièvre demanda à être rappelé à son poste: il obtint son rappel, seulement en juillet 1803.

L'étude de divers minéraux qu'il avait recueillis à l'île d'Elbe fut l'objet d'une notice qu'il lut à l'Institut en décembre 1806. Parmi ces minéraux il reconnut et détermina une espèce nouvelle, qu'il décrivit sous le nom d'*Yénite*, et dont il fit ensuite le sujet d'un mémoire particulier, imprimé en 1807 dans le tome 21 du journal des mines, substance que beaucoup de minéralogistes ont depuis nommée *Liévrite*, et qui, dans plusieurs traités modernes de minéralogie est classée comme *Fer silicéo-calcaire* ou comme *Silicate de fer et de chaux*.

Dans cette même année 1806, M. Lelièvre communiqua à l'Institut deux autres mémoires: sur la Pinite de France, et sur un Manganèse carbonaté ferrifère. Ce dernier travail a été imprimé dans les Mémoires de l'Institut.

Le décret impérial du 18 octobre 1810, qui institua un directeur général des mines, fit cesser les attributions administratives de l'ancien *Conseil*. M. Lelièvre et ses deux collègues devinrent inspecteurs généraux, et comme tels, membres du *Conseil général des mines*, dont les attributions, toutes consultatives, furent déterminées par ce décret. En 1813, après la mort de M. Lefebvre d'Hellancourt, M. Lelièvre fut désigné par le ministre de l'intérieur pour suppléer le directeur général des mines dans la présidence du conseil général, et il a été prorogé dans les fonctions de vice-président pendant vingt années successives. Dans un aussi long exercice de cette honorable prérogative, M. Lelièvre a toujours conduit les délibérations du Conseil avec autant d'impartialité que de modération. Il parlait peu et ne cherchait jamais à faire prévaloir son opinion personnelle; mais il montrait une grande rectitude de jugement, dans l'appréciation des lumières qui ressortaient de la discussion des affaires.

Sous le gouvernement impérial, M. Lelièvre avait reçu la décoration de l'ordre de la réunion; le 13 septembre 1814, il fut nommé chevalier de la Légion d'honneur.

Tous les moments que ne réclamaient pas les travaux du conseil général des mines étaient consacrés par M. Lelièvre à des recherches minéralogiques, occupation favorite de sa vie entière. Il avait formé une collection de minéraux très-belle et très-instructive, qu'il ne croyait jamais avoir assez complétement étudiée. Cette étude continuelle l'avait amené depuis longtemps, ainsi que nous l'avons dit, à acquérir, à un degré que personne en France autre que lui n'a peut-être atteint,

la faculté de reconnaître les minéraux à leur aspect, et à tirer, de l'usage du chalumeau, des conséquences minéralogiques importantes, aussi variées que précises. C'est principalement sous ce point de vue que M. Lelièvre, pour employer les expressions du juge le plus compétent, « a enrichi » la minéralogie de beaucoup de faits et d'observa- » tions, qui n'ont été contestés ni sous le rapport de » leur nouveauté, ni sous le rapport de leur exacti- » tude (1). » Mais c'est aux époques rappelées plus haut, que le mérite minéralogique de M. Lelièvre a été le plus utile à la science. Depuis lors, son étude incessante n'a eu, en quelque sorte, pour but que la satisfaction qu'il y trouvait, et il en a rarement fait connaître quelques résultats. En 1811, il a signalé la présence du Corindon dans une roche du Piémont dans laquelle cette substance était prise pour du Quartz, et il a lu à l'Institut une notice à ce sujet. En 1817, il a également communiqué à l'Institut un mémoire sur une Alumine hydratée silicifère, provenant des Pyrénées, et qu'il a déterminée comme une espèce nouvelle.

Les occupations uniformes et sédentaires de M. Lelièvre n'ont été interrompues, dans le laps de plus de trente ans, que par une mission en 1812 dans le département de la Roër, pour examiner le mode d'application à divers groupes de mines de ce département des redevances établies sur les mines par la loi de 1810, par un voyage en 1816 à Alais, département du Gard, ayant pour objet la régularisation de l'exploitation des mines

(1) Discours prononcé par M. Brongniart aux funérailles de M. Lelièvre.

de houille concédées à M. le duc de Castries, enfin par quelques voyages aux eaux thermales, nécessités par le fréquent dérangement de sa santé.

Des chagrins très-pénibles sont venus s'ajouter aux souffrances physiques, pour attrister la vieillesse de M. Lelièvre. Des pertes pécuniaires considérables, que la régularité de toute sa vie avait été loin de provoquer, et aux conséquences desquelles il a voulu satisfaire dans toute leur étendue, lui ont enlevé le peu qu'il possédait, l'ont obligé à vendre sa collection de minéraux, et l'ont conduit même à se priver d'une partie de ce que beaucoup d'autres dans sa position auraient regardé comme le nécessaire..... Il était père de six enfants, et il s'affligeait profondément de la situation dans laquelle il laisserait sa famille. L'administration l'a conservé en activité de service jusqu'à l'âge de quatre-vingts ans; mais le 1er mai 1832, il a été mis à la retraite. Il a fixé alors sa résidence à Neuilly, d'où il ne sortait guère que pour venir aux séances de l'Institut. Il a plusieurs fois, en peu d'années, lutté encore avec succès contre de graves maladies, auxquelles il a enfin succombé le 18 octobre 1835.

La vive affection dont M. Lelièvre était l'objet dans sa famille, les soins qui l'ont entouré pendant toute sa vie et surtout dans ses dernières années, les regrets qui ont suivi sa mort, révèlent, mieux que la plume ne pourrait le faire, les qualités de son cœur, à demi cachées sous une apparence de froideur et presque de rudesse. On reconnaissait facilement en lui l'homme de bien; mais c'était dans son intérieur qu'on savait combien il était bon, comme ami, comme époux et comme père.

M. Lelièvre a laissé une veuve, quatre fils et une fille : une seconde fille l'avait précédé dans la tombe. L'aîné de ses fils, chef d'escadron d'artillerie, officier de la Légion d'honneur, s'est plusieurs fois distingué dans la campagne d'Espagne de 1823 et dans les campagnes de l'armée d'Afrique : il est mort à Bone en 1840.

CORRESPONDANCE.

A monsieur le Secrétaire de la commission des Annales des mines.

Mon cher camarade,

Je viens de recevoir la 2ᵉ livraison des *Annales des mines*, où se trouve un article intitulé : *Résultats des essais faits avec la lampe Combes*, par M. Lefrançois, aspirant-ingénieur des mines à Alais.

M. le sous-secrétaire d'État des travaux publics publics m'avait fait l'honneur de me communiquer, en me demandant un avis, la notice de M. Lefrançois avant sa publication. Dans ma réponse, je récusai l'honneur que me faisait cet ingénieur, en appelant de mon nom une lampe construite par mes soins et sur mes indications, mais où je n'avais fait que reproduire et combiner ensemble des dispositions précédemment adoptées par MM. Upton et Roberts, et par M. Eugène Dumesnil. Je regrette donc que l'on ait conservé, et reporté dans le titre même de l'article qui a été imprimé, lorsque j'étais absent de Paris, la dénomination de *lampe Combes*. La note imprimée à la suite de l'article de M. Lefrançois, et rédigée par moi-même, fait connaître exactement la part qui me revient dans la construction

de la lampe essayée. Je vous serai obligé de publier cette lettre dans la prochaine livraison des *Annales*.

Agréez, etc.

CH. COMBES.

JURISPRUDENCE DES MINES;

Par M. DE CHEPPE, maître des requêtes, chef de la division des mines.

MINES. — RECHERCHES.

Lorsque des recherches ont été autorisées, à défaut de consentement du propriétaire du sol, par application de l'article 10 *de la loi du* 21 *avril* 1810, *et que le permissionnaire n'a point acquitté les indemnités dues, au moment où il obtient la concession de la mine, il y a lieu de réserver dans l'ordonnance les questions relatives auxdites indemnités, comme faisant partie de celles qu'il appartient au conseil de préfecture de décider en exécution de l'article* 46 *de la loi.*

Une ordonnance royale du 20 octobre 1839 (1), rendue en exécution de l'article 10 de la loi du 21 avril 1810, a autorisé le sieur Pujade, maître de forges, à opérer des recherches de mines de fer dans des terrains appartenant à la commune de La Bastide, département des Pyrénées-Orientales, qui avait refusé son consentement.

L'article 3 stipulait que le permissionnaire payerait à la commune les indemnités dues pour occupation desdits terrains et pour les dégâts qui seraient occasionnés à la surface.

Le sieur Pujade a découvert une mine de fer, et il en a demandé la concession.

Cette concession lui a été accordée par ordonnance du 2 janvier 1845.

Mais le sieur Pujade n'avait pas encore soldé à la com-

(1) *Annales des mines*, 3e série, tome XVI, page 747.

mune le montant des sommes dont il était redevable ; et, suivant lui, ce retard provenait de ce que le conseil municipal n'avait point jusqu'alors fait procéder aux estimations nécessaires.

Il convenait, en instituant la concession, de réserver à cet égard à la commune les répétitions qu'elle aurait à faire valoir. L'article 46 de la loi du 21 avril 1810 dispose que toutes les questions d'indemnités à payer par les propriétaires de mines, à raison des recherches ou travaux antérieurs à l'acte de concession, seront décidées conformément à l'article 4 de la loi du 28 pluviôse an VIII, c'est-à-dire par le conseil de préfecture. Il y avait lieu, dans l'espèce, de faire application de cette disposition, puisqu'il s'agissait des travaux qui avaient conduit à la découverte de la mine, et que l'estimation des indemnités pouvait ici dépendre de plusieurs circonstances qu'il appartenait au conseil de préfecture d'apprécier.

L'article 7 de l'ordonnance qui a concédé au sieur Pujade la mine dont il s'agit, a en conséquence énoncé que : « En exécution de l'article 46 de la loi du 21 avril 1810, » toutes les questions relatives aux indemnités à payer » par le concessionnaire, à raison de recherches ou tra- » vaux antérieurs à la présente ordonnance, et notam- » ment d'indemnités à payer à la commune de La Bastide, » en exécution de l'ordonnance de permission de recher- » ches, en date du 20 octobre 1839, seront décidées par » le conseil de préfecture. »

MINES.

I L'article 12 de la loi du 21 avril 1810, qui interdit les recherches de mines dans un terrain déjà concédé, ne s'applique qu'aux recherches ayant pour but des substances de même nature que celles qui ont fait l'objet de la concession.

II. Les pyrites de fer ou de cuivre disposées en couches ou en veinules dans les terrains de schistes anciens appartiennent à la classe des mines. Elles

ne sont pas, comme les terres pyriteuses, de simples minières.

Le sieur Giralt, propriétaire dans la commune de Saillagouse, département des Pyrénées-Orientales, a demandé l'autorisation d'opérer des recherches de mines dans des terrains appartenant à cette commune.

Ces terrains sont situés dans l'enceinte d'une ancienne concession, celle des mines de lignite d'Estavar, instituée par décret du 5 septembre 1806. Or, l'article 12 de la loi du 21 avril 1810 porte que des recherches ne pourront être autorisées dans un terrain déjà concédé. Cette interdiction est-elle absolue, ou s'applique-t-elle là seulement où les recherches ont pour but des substances de même nature que celles qui ont fait l'objet de la concession?

On a reconnu qu'elle ne pouvait s'appliquer qu'à ce dernier cas, que c'est ainsi que doivent être interprétées les dispositions de la loi.

En effet, la concession d'un gîte de minerai ne préjuge rien sur la destination des gîtes différents, susceptibles d'être exploités séparément, qui peuvent exister dans le même périmètre. C'est là une réserve qui est toujours faite expressément dans les ordonnances de concession. Ces gîtes peuvent devenir l'objet d'une concession nouvelle, soit en faveur du premier concessionnaire, soit en faveur de toute autre personne, après l'accomplissement des formalités prescrites. Il faut donc qu'on puisse les explorer, faire les recherches nécessaires pour en constater la disposition souterraine. Sans cela, ils demeureraient perdus pour l'industrie, et c'est évidemment ce que la loi n'a pu vouloir.

Dans l'espèce, il résultait des rapports des ingénieurs que la partie du sol indiquée dans la demande du sieur Giralt est étrangère aux formations tertiaires qui renferment les couches de lignite d'Estavar; qu'elle se compose principalement de schistes où se trouvent des pyrites de fer et de cuivre. La concession qui a été instituée pour le lignite ne mettait par conséquent nul obstacle à ce que ces explorations eussent lieu.

On conçoit toutefois qu'en pareilles circonstances, il

convient d'appeler le premier concessionnaire à s'expliquer, à indiquer les précautions qu'il peut avoir à réclamer pour que les travaux de recherches ne nuisent point à son exploitation. Mais ici cette formalité ne pouvait être remplie. La concession d'Estavar se trouve délaissée depuis un grand nombre d'années; l'ancien titulaire est décédé; ses héritiers n'ont point fait connaître leur domicile, et des mesures ont été proposées pour révoquer cette concession conformément à la loi du 27 avril 1838. En l'état des choses, rien n'empêchait qu'il fût donné suite à la demande du sieur Giralt.

Une autre question était celle de savoir si des gîtes de pyrites, tels que ceux dont il s'agissait, doivent être considérés comme *mines*, à l'égard desquelles une concession du gouvernement est indispensable, ou comme de simples *minières*, et comme telles, non concessibles.

Le conseil des mines a fait remarquer que les pyrites de fer ou de cuivre, disposées en couches ou en veinules dans les terrains de schistes anciens, et que l'on exploite pour en obtenir des sulfates à base métallique, sont très-différentes des terres pyriteuses propres à être converties en sulfate de fer, que l'article 3 de la loi du 21 avril 1810 range parmi les minières. Les premières appartiennent à la classe des mines, définie par l'article 2 de cette loi.

En donnant son adhésion à la demande du sieur Giralt, le conseil municipal de Saillagouse avait stipulé qu'une rétribution annuelle de 19 francs par hectare serait payée à la commune, rétribution qui, d'après les termes mêmes de la délibération du conseil, doit représenter l'indemnité due à raison des dégâts occasionnés par le travail de recherches (1).

Le sieur Giralt a été autorisé, par décision du ministre des travaux publics, du 6 février 1845, à faire des recherches de gîtes de minerais dans les terrains communaux désignés en sa demande.

L'autorisation a été accordée pour deux années, à

---

(1) Voir, au sujet des indemnités dues aux communes en cas d'adhésion ou de refus pour des travaux de recherches, *Annales des mines*, 3e série, tome XIV, page 516, et tome XX, page 641.

charge de payer, chaque année, à la commune de Saillagouse, la somme de 19 francs par hectare de terrain exploré.

Et il a été stipulé que ladite autorisation ne préjugeait rien sur le choix qui pourrait être fait, ultérieurement, d'un concessionnaire, pour les mines que les travaux de recherches auraient fait découvrir.

MINES.

Droits d'invention. — Travaux antérieurs à la concession.—Aliénation de ces droits et travaux. — Interprétation d'acte de vente.— Compétence.

Le sieur Denis Dautun ayant découvert des gisements houillers dans sa propriété de Valvron, située dans la partie Ouest du bassin du Creuzot (Saône-et-Loire), forma en 1816 une demande en concession.

Pendant l'instruction, il continua ses travaux de recherches, lesquels furent abandonnés après son décès, en 1818.

Ses héritiers formèrent, en 1827, comme le représentant, une nouvelle demande en concession.

Mais le sieur Charleuf, qui, depuis 1822, était devenu acquéreur de la propriété contenant le gisement, se porta de son côté opposant et concurrent à la demande des héritiers Dautun, et prétendit qu'en leur vendant ladite propriété en 1822, les ayants droit de M. Dautun lui avaient vendu en même temps la mine ou ses droits sur elle.

Le préfet pensa qu'il y avait là une *contestation du droit à la propriété de la mine, qui, aux termes de la loi du* 21 *avril* 1810, *devait être avant tout décidée par les tribunaux*, et il renvoya, en conséquence, les parties devant les tribunaux ordinaires.

Assignation du sieur Charleuf aux héritiers Dautun par devant le tribunal civil d'Autun.

Le demandeur concluait à ce que le tribunal déclarât que c'était sans droit que les « défendeurs prétendaient

» avoir conservé, malgré la vente de 1822, des droits sur
» la propriété de la mine existant dans le domaine de Val-
» vron ; qu'à lui seul appartenaient les droits réservés
» par l'article 6 de la loi de 1810 au propriétaire de la
» surface sur le produit de sa mine, quand il y aurait
» concession, etc., etc. »

Les héritiers Dautun soutenaient que c'était sans droit et sans autorisation que « M. Charleuf les avait traduits
» devant le tribunal pour fait relatif à une mine, ce qu'il
» ne pouvait faire sans un arrêté de l'autorité adminis-
» trative.

» Subsidiairement, ils soutenaient que l'acte de vente
» de 1822 ne contenait vente ni cession de leur part au
» sieur Charleuf de la mine en question, non plus que de
» leur droit d'inventeur, et qu'ils devaient être renvoyés
» de la demande formée contre eux. »

13 juillet 1829, jugement par lequel.

« Attendu que bien que d'après l'article 28 de la loi du
» 21 avril 1810 (1) l'autorité judiciaire ait à prononcer
» sur la question de propriété par renvoi du conseil
» d'État, par suite et en vertu d'une instruction particu-
» lière, il ne s'ensuit pas que les parties intéressées ne
» puissent directement, et de leur plein mouvement,
» provoquer devant leurs juges naturels la décision qui
» pourrait prévenir au tribunal toutes contestations entre
» elles, qu'il n'y a pas lieu de considérer comme irré-
» gulière et prématurée l'action intentée par le sieur
» Charleuf ; qu'il ne s'agit plus que de l'apprécier au
» fond ;

» Attendu, au fond. . . . . que l'acte de vente
» de 1822 ne contenait aucune restriction ni réserve par
» les vendeurs ; mais que la possession et jouissance du

---

(1) Art. 28. — Il sera définitivement statué sur la demande en concession par un décret délibéré en conseil d'État.

Jusqu'à l'émission du décret, toute opposition sera admissible devant le ministre de l'intérieur ou le secrétaire général du conseil d'État.......

Si l'opposition est motivée sur la propriété de la mine acquise par concession ou autrement, les parties seront renvoyées devant les tribunaux et cours.

» sol ne donnait pas au sieur Charleuf le droit de dispo-
» ser des richesses houillères renfermées dans le tréfonds,
» que cette propriété ne pouvait s'obtenir que par l'effet
» d'une concession du gouvernement, seul juge des titres,
» capacité et moyens des prétendants; que c'est donc alors
» prématurément que le sieur Charleuf, dans son oppo-
» sition, refuse aux héritiers Dautun le droit de figurer
» parmi les pétitionnaires sous la qualité prétendue d'in-
» venteurs, comme ayant les premiers découvert et ex-
» ploité les mines de houille dont il s'agit; que l'acte de
» 1822 ne contient aucune renonciation ni remise à l'égard
» d'une circonstance qu'il n'appartient pas au tribunal de
» contester ni d'apprécier; que ce tribunal ne peut, dans
» l'état actuel des choses, connaître de l'action en in-
» demnité et dommages-intérêts irrégulièrement for-
» mée, etc., etc. . . . . .

» Le tribunal. . . . . . renvoie les héritiers Dautun
» des fins et conclusions contre eux prises, etc., etc. »

Ce jugement ne fut point attaqué par voie d'appel, et l'instruction administrative reprit son cours, d'après les instructions contenues dans la dépêche adressée le 13 décembre 1830 au préfet par M. le directeur général des ponts-et-chaussées et des mines, dans laquelle la question de compétence était traitée en ces termes :

« Sans doute il appartient aux tribunaux de statuer sur
» les contestations entre particuliers au sujet d'actes de
» vente; mais dans l'affaire actuelle le renvoi ne pouvait
» être motivé sur l'article 28 de la loi de 1810, ainsi que
» le pensait votre prédécesseur. Car les tribunaux, aux
» termes de cet article, jugent des oppositions motivées
» *sur la propriété de la mine acquise par concession ou*
» *autrement.* Or, dans l'espèce, aucun des prétendants
» n'est propriétaire, puisque la concession n'a encore été
» accordée à personne, et que le fait de la concession peut
» seul instituer la propriété souterraine aux termes des
» articles 5, 7 et 12 de la loi de 1810.

» Les héritiers Dautun et le sieur Charleuf réclament
» la faveur qui s'attache à la priorité de la décou-
» verte.

» L'administration est compétente pour juger lors de la
» concession les droits d'inventeur ou d'explorateur qui

» sont contestés mutuellement par les demandeurs en » concession. »

Le sieur Charleuf fit de nouveaux travaux d'exploration. Il produisit un mémoire dans lequel il s'efforça de prouver que les héritiers Dautun avaient bien entendu céder, en 1822, avec la propriété de Valtron, tous les droits de leur auteur relatifs à la mine.

Les ingénieurs des mines et le préfet furent unanimes pour accorder la concession de cette mine au sieur Charleuf.

Mais sur les questions de droit d'inventeur et d'indemnité, les avis furent partagés.

L'ingénieur des mines proposait d'obliger le sieur Charleuf à rembourser seulement à dire d'experts aux sieur Dautun la valeur des travaux faits par leur auteur.

L'ingénieur en chef pensa qu'outre ce remboursement il était juste de réserver aux héritiers Dautun une indemnité à raison de la *part d'invention* de leur auteur, évaluée au vingtième du produit net de l'exploitation.

Le préfet fut au contraire d'avis que les héritiers Dautun n'ayant fait, lors de la vente de 1822, aucune réserve, n'avaient droit à aucun remboursement, ni à aucune indemnité.

Sur la question de concession, le conseil général des mines adopta les conclusions des ingénieurs et du préfet.

Mais sur la question relative aux effets de la vente de 1822, en ce qui concerne les travaux d'exploration du sieur Denis Dautun et le droit d'invention qu'il avait transmis à ses héritiers, le conseil fit remarquer que ce n'était pas à l'autorité administrative à la résoudre.

Le ministre du commerce et des travaux publics partagea son avis, et il fit remarquer dans le rapport de l'affaire, lorsqu'elle fut portée au conseil d'État, qu'il s'agissait d'apprécier les termes et les conséquences d'un contrat; que cette interprétation était exclusivement du ressort des tribunaux; que la décision du tribunal d'Autun, du 13 juillet 1829, quoiqu'elle ait eu pour résultat de renvoyer les parties devant l'administration, n'avait pas été une déclaration d'incompétence; que la question se présentait alors sous une autre face : le sieur Charleuf contestait aux héritiers Dautun la faculté de se porter en

concurrence pour la concession ; c'est cette prétention du sieur Charleuf que le tribunal a rejetée, attendu que l'acte de vente invoqué n'avait pu évidemment conférer la propriété de la mine, que cette propriété ne pouvait être donnée et la qualité d'inventeur déterminée que par le gouvernement, et que chacun avait la faculté de se mettre sur les rangs et de faire valoir ses titres. En décidant ainsi conformément à ce que voulaient la raison et la loi, le tribunal n'avait rien préjugé sur les autres questions à naître une fois que la mine serait concédée. Il appartenait donc au gouvernement de faire choix du concessionnaire, de juger quel était l'inventeur du gîte et de fixer le prix de sa découverte, sauf ensuite à l'autorité judiciaire à décider si, d'après la position respective des parties et ce qui s'était passé entre elles, ce prix devait être payé.

De même, ajoutait le ministre, il appartient aux tribunaux de déterminer quel est le véritable propriétaire des ouvrages et travaux souterrains faits par le sieur Denis Dautun, et au conseil de préfecture de statuer, conformément à l'article 46 de la loi de 1810, sur les questions d'indemnité, qui, d'après le jugement rendu par les tribunaux, pourront s'élever relativement à ces travaux. L'acte de concession doit seulement réserver intacts les droits de tous. En conséquence, le ministre, conformément à la proposition du conseil général des mines, a inséré dans le projet d'ordonnance deux articles qui portent : 1° que l'indemnité due pour droit d'invention en vertu de l'article 16 de la loi du 21 avril 1810 est fixée à 1500 francs, et que cette somme sera payée à qui de droit par le sieur Charleuf, à moins qu'il ne soit reconnu que le droit d'invention a été compris dans la vente qui lui a été faite en 1822 ; 2° que le concessionnaire demeure tenu de se conformer aux décisions qui pourraient être rendues par le conseil de préfecture, en exécution de l'article 46 de la loi précitée, sur toutes les questions d'indemnités à payer par lui à raison de recherches ou travaux antérieurs à la concession.

Ces deux articles ont été adoptés par le conseil d'Etat, et ils se trouvent compris dans l'ordonnance du 17 novembre 1833, portant concession en faveur de M. Charleuf de la mine dite des *Petits-Châteaux*.

MINES.

I. L'omission faite, dans une ordonnance de concession de mine, de la désignation des diverses communes sur lesquelles s'étend la surface concédée, ne saurait invalider les droits du concessionnaire, lorsque d'ailleurs le périmètre se trouve explicitement défini par les dispositions de l'ordonnance. — C'est d'après l'ensemble des articles de l'acte de concession qu'il y a lieu de juger de ce qui a été concédé.

II. Cette interprétation n'appartient point à l'autorité judiciaire. Elle est exclusivement de la compétence du pouvoir administratif.

Une ordonnance royale du 17 septembre 1817 a concédé à MM. de Castellane et Coste les mines de houille dites de *Gardanne*, dans le département des Bouches-du-Rhône.

L'article 1er de cette ordonnance porte qu'il est fait concession des mines de houille situées sur le territoire de la commune de Gardanne, dans une étendue de 29 kilomètres carrés 52 hectares.

L'article 2 détermine les limites de la surface concédée, et cette surface, telle qu'elle est définie, s'étend non-seulement sur le territoire de Gardanne, mais encore sur des parties des communes de Mimet, de Bouc et de Simiane.

Cette divergence entre les deux articles a donné lieu à une contestation analogue à celle dont nous avons rendu compte précédemment, et qui concernait les mines de Gréasque et de Belcodène, situées dans le même département (1).

Un propriétaire de la commune de Mimet, M. le marquis de Foresta, arguant de ce que cette commune n'était pas dénommée dans l'article 1er de l'ordonnance, a prétendu que les gîtes houillers qu'elle renferme se trouvaient

(1) *Annales des mines*, 3e série, tome XV, p. 656.

disponibles. Il en a demandé la concession au mois de janvier 1840.

On a refusé de donner suite à sa demande, attendu que ces gîtes étaient compris dans le périmètre fixé par l'article 2.

Il s'est adressé au tribunal de Marseille pour faire décider que la concession de 1817 ne s'étendait que sur la commune de Gardanne. Mais le tribunal, par jugement du 22 février 1842, s'est déclaré incompétent. En effet, l'objet de la contestation ne pouvait être que du ressort de l'autorité administrative, puisqu'il s'agissait de l'interprétation de l'ordonnance institutive de ladite concession, et que M. de Foresta n'étant pas lui-même concessionnaire, il n'y avait lieu, sous aucun rapport, à l'application de l'article 56 de la loi du 21 avril 1810, lequel dispose que les discussions entre concessionnaires voisins au sujet des limites seront portées devant les tribunaux et cours. Cet article n'a eu en vue que les espèces de litiges semblables à ceux qui peuvent naître entre des propriétaires de terrains limitrophes relativement au bornage de leurs propriétés, que les cas où il s'agit simplement de vérifier les limites séparatives de deux ou plusieurs concessions. Mais toute question qui tient à l'interprétation des concessions elles-mêmes est exclusivement de la compétence du pouvoir administratif.

M. de Foresta s'est, en cette circonstance, pourvu au conseil d'État.

Il soutenait, dans sa requête, que l'ordonnance du 17 septembre 1817 ne pouvait mettre obstacle à ce qu'on lui concédât les gîtes de la commune de Mimet; que l'article 1er de cette ordonnance n'ayant fait mention que des mines du territoire de Gardanne, c'étaient ces mines seules que l'on avait concédées à MM. de Castellane et Coste, et que les lignes désignées dans l'article 2 comme définition du périmètre n'avaient été choisies ainsi que pour rattacher les limites à des points fixes.

Il invoquait, à l'appui de ce système, la décision rendue le 25 avril 1839 au sujet des mines de Gréasque et de Belcodène, et par laquelle il a été jugé que c'était l'article 1er de l'acte de concession qui devait seul déterminer l'objet concédé.

Il citait aussi ce qui s'était passé dans une autre cir-

constance, relativement à des mines situées dans cette même commune de Mimet, et qui, bien qu'un décret du 1er juillet 1809 en eût déjà disposé au profit d'une compagnie dite *la société Fery-la-Combe*, ont, en 1821, été concédées aux sieur et dame Liotard, attendu qu'il n'y avait pas eu d'affiches pour ces terrains lors de la première concession.

Les exemples invoqués par M. de Foresta n'étaient nullement applicables à l'espèce.

On conçoit que lorsque les formalités d'affiches prescrites par la loi n'ont pas été remplies pour certains terrains, l'acte qui en dispose doit, à leur égard, être considéré comme nul, et qu'on peut par conséquent les concéder de nouveau. C'est ce qui s'est fait pour les mines de la compagnie Fery-la-Combe, situées au territoire de Mimet. Les terrains qui les renferment n'avaient point figuré dans les affiches et publications. Une ordonnance du 13 mai 1818 a décidé, par ce motif, qu'ils n'étaient pas compris dans la concession, et, par suite, une seconde ordonnance, du 1er juillet 1821, les a concédés, après instruction nouvelle, aux époux Liotard. Mais toutes les formalités voulues ont eu lieu pour les divers terrains que désigne l'article 2 de la concession de Gardanne. Il n'existait donc aucune similitude entre ces deux affaires.

Quant à celle de Gréasque et Belcodène, il s'agissait là de savoir si le décret du 1er juillet 1809, qui avait déclaré, par l'article 1er, concéder à M. de Castellane et à Mme de Cabre le droit d'exploiter les mines situées *dans leurs propriétés*, avait également disposé des autres terrains compris dans les limites indiquées par l'article 2. Il a été décidé que ces terrains ne faisaient pas partie de la concession, parce qu'on a considéré que la loi du 28 juillet 1791, sous l'empire de laquelle cette concession avait été instituée, réservait aux propriétaires du sol un droit de préférence; qu'antérieurement, des tiers, les hoirs Coulomb, possédaient en cette qualité des droits sur lesdits terrains; qu'en conséquence le décret devait être entendu dans un sens restrictif, comme ayant borné la concession aux seules mines existantes dans les propriétés de M. de Castellane et de Mme de Cabre.

Dans l'espèce actuelle, il n'était nullement question de

titres d'anciens propriétaires et des dispositions de la loi de 1791. M. de Foresta ne possédait pas encore le domaine de Mimet à l'époque où les mines de Gardanne ont été concédées; il n'était au nombre ni des exploitants ni des demandeurs. Et d'ailleurs cette concession a été instituée sous l'empire de la loi du 21 avril 1810, laquelle laisse au gouvernement la faculté de choisir les concessionnaires, qu'ils soient propriétaires de la surface, inventeurs ou autres, et de déterminer les limites des concessions suivant ce qui est reconnu le plus convenable pour une bonne exploitation.

C'était d'après l'ensemble des termes de l'ordonnance de concession de Gardanne qu'il fallait juger de l'intention de cette ordonnance. Il est de principe, en droit, que les clauses des actes ne doivent point être considérées isolément, qu'on doit les interpréter les unes par les autres, en donnant à chacune le sens qui résulte de l'acte entier.

Or, en rapprochant les énonciations de l'article 1er et de l'article 2, il ne pouvait rester aucun doute sur la surface concédée.

Et d'abord, l'article 1er porte que l'étendue de la concession est de 29 kilomètres 52 hectares. La portion du territoire de Gardanne qui, suivant M. de Foresta, aurait formé la totalité de cette concession, n'est que de 7 hectares 40 ares. Ainsi il n'était pas possible que l'on eût voulu seulement disposer de cette partie du terrain, qui n'est que le quart environ de l'étendue totale.

Les 29 kilomètres 52 hectares énoncés dans l'article 1er concordent, au contraire, parfaitement avec les limites telles qu'elles sont définies par l'article 2, et qu'elles se trouvent tracées sur le plan joint à l'ordonnance.

D'après l'article 2, la concession est limitée : « par une » ligne droite tirée du clocher de Mimet au bâtiment de » la poste aux chevaux située au quartier du Pin, sur la » grande route de Marseille à Aix; de là, suivant la » grande route jusqu'au pont du Bouc; de ce pont, par » une ligne droite tirée du clocher de Gardanne; de ce » point, par une autre ligne droite jusqu'au clocher de » Mimet, point de départ. »

Cette surface est précisément de 29 kilomètres 52 hectares. Il est donc bien évident que lesdites lignes sont les

limites mêmes de la concession, que c'est là le périmètre concédé. Si on avait voulu se borner au territoire de Gardanne, eût-on défini de la sorte ce périmètre? eût-on été chercher au Sud et à l'Ouest des lignes si éloignées, et qui n'ont aucune corrélation avec la configuration de ce territoire?

Les faits qui avaient précédé l'institution de la concession prouvaient en outre surabondamment que l'on avait entendu disposer de tous les terrains désignés dans l'article 2. La demande en concession de MM. de Castellane et Coste n'avait primitivement été affichée que dans les communes de Marseille (chef-lieu du département), Aix (chef-lieu d'arrondissement), et dans la commune de Gardanne. Des affiches et publications ont ensuite été prescrites dans les communes de Bouc, Simiane et Mimet, où elles ont effectivement eu lieu. Par conséquent il était manifeste qu'on avait voulu étendre la concession à tous ces terrains, que c'est en parfaite connaissance de cause qu'on les a renfermés dans le périmètre.

La même preuve résultait du procès-verbal d'exécution qui a suivi l'ordonnance. Ce procès-verbal dressé par le maire de Mimet, le 19 décembre 1817, constate que M. de Castellane a été mis en possession, par arrêté du préfet, du 20 novembre précédent, des deux puits d'extraction qui étaient alors ouverts sur ce territoire.

L'omission, dans l'art. 1er de l'ordonnance, des noms de plusieurs des communes sur lesquelles s'étend la concession, était donc sans importance (1), en présence et de l'énonciation si explicite, faite par ce même article, de la contenance de concession, et des limites si clairement définies par l'article 2. Ces deux articles s'expliquaient mutuellement, et chacune de leurs dispositions repoussait également les prétentions de M. de Foresta.

Nous avons rapporté antérieurement (2) une discussion dans laquelle on soutenait, à la différence de l'espèce actuelle, que le nom d'une commune se trouvant porté

(1) C'est ainsi qu'en matière de ventes de biens nationaux, la désignation des *tenants* et *aboutissants* portée au contrat a toujours été regardée comme la circonstance déterminante et qui devait faire foi de la chose vendue.

(2) *Annales des mines*, 4e série, tome I, p. 761.

dans le plan d'une concession, il n'y avait pas lieu d'accueillir une demande en concession nouvelle qui portait sur le territoire de cette commune. Or, il était reconnu dans cette affaire que les véritables limites de la concession, définies avec clarté dans l'article 2 du décret, ne comprenaient pas la portion que le concessionnaire primitif entendait s'attribuer à la faveur d'une erreur matérielle qui ne pouvait d'aucune manière constituer un droit opposé à l'intention formelle du gouvernement.

Il en était évidemment de même à l'égard des mines de Gardanne. Du moment que, nonobstant l'omission commise dans l'un des articles de l'ordonnance, la définition des limites ne laissait réellement aucun doute sur le périmètre concédé, les droits du concessionnaire ne pouvaient être contestés.

M. de Foresta objectait encore que M. de Castellane n'avait point exploité jusqu'ici les mines de Mimet. Mais de ce qu'un concessionnaire n'exécute pas de travaux dans certaines parties de sa concession, il ne s'ensuit nullement que ces parties des gîtes ne lui appartiennent pas. Il n'est point obligé d'exploiter toute sa concession à la fois. Il est seulement tenu de coordonner ses travaux d'après les règles de l'art, d'après ce qu'exigent un bon aménagement des gîtes et les besoins des consommateurs. Si ces besoins se trouvaient compromis, il pourrait être contraint, en vertu de l'article 49 de la loi du 21 avril 1810 et des dispositions de la loi du 27 avril 1838, d'ouvrir de nouveaux champs d'exploitation. Mais aucune plainte de cette nature n'avait été formée à l'égard de la concession de Gardanne. Et, dans tous les cas, cela eût été complétement étranger à la question qu'il s'agissait de résoudre, celle de savoir si le territoire de Mimet faisait partie de la concession.

Le pourvoi de M. de Foresta a été rejeté par une ordonnance royale du 31 janvier 1845 (1), portant que la concession de Gardanne embrasse toutes les mines de houille situées dans le périmètre défini par l'article 2 de l'ordonnance du 17 septembre 1817.

---

(1) Voir cette ordonnance, ci-après, page 546.

USINES.

I. L'article 78 de la loi du 21 avril 1810, qui maintient d'une manière générale les usines antérieures à sa promulgation, ne fait nullement obstacle à ce que l'administration règle les conditions de leur roulement.

II. Un pourvoi au contentieux contre l'ordonnance de permission d'une usine située sur un cours d'eau, après une instruction régulière, n'est point admissible.

III. La partie qui se plaint de certaines dispositions du régime hydraulique peut seulement demander à l'administration la révision de ces dispositions.

Une ordonnance royale du 20 février 1843 a autorisé le sieur Lechêne à maintenir en activité, à certaines conditions, les usines à fer de Diénay, situées dans la commune du même nom, sur le ruisseau de l'Ignon, département de la Côte-d'Or.

Ces usines se composent : 1° de la forge de Diénay, laquelle existait en vertu de lettres-patentes de 1670, qui n'ont point été représentées, mais qui se trouvent mentionnées dans un acte authentique du 24 mai 1759; 2° du haut-fourneau de Diénay, qui a été vendu comme bien national au sieur Vaillant, auteur du sieur Lechêne, le 8 fructidor an VI.

Le sieur Lechêne s'est pourvu devant le conseil d'Etat, pour faire annuler l'ordonnance du 20 février 1843. Il a soutenu que, ses usines étant déjà pourvues d'un titre légal, l'ordonnance du 20 février, en prescrivant de nouveaux ouvrages, avait faussement appliqué la loi du 21 avril 1810. Il a prétendu, en second lieu, que le régime des eaux fixé par ladite ordonnance était vicieux et même inexécutable.

Ces deux griefs étaient également inadmissibles.

C'est un principe admis, en effet, en ce qui concerne l'application de l'article 78 de la loi du 21 avril 1810, que, si l'existence des anciennes usines est maintenue par cet article, l'administration n'en conserve pas moins

toujours le droit d'imposer les conditions réglementaires commandées par l'intérêt d'une bonne police des eaux et des usines, et par l'intérêt des tiers (1).

Quant aux plaintes formulées contre le règlement d'eau, M. le ministre des travaux publics faisait remarquer que le sieur Lechêne n'articulait aucun vice de forme, aucune cause de nullité contre l'instruction qui avait précédé l'ordonnance attaquée ; cette instruction était en effet régulière, et il s'agissait uniquement de la révision de certaines dispositions de détail : « Cette ré» vision, si elle doit avoir lieu, ne saurait, disait le » ministre, résulter d'un pourvoi au contentieux. Si » M. Lechêne persiste à critiquer le règlement d'eau, » sous le rapport de son efficacité et de son exécution, il « peut s'adresser à l'administration qui donnera à sa de» mande la suite qui sera jugée convenable (2). »

Cette doctrine, conforme aux principes et à la jurisprudence établie, a été de nouveau consacrée par le conseil d'État, et une ordonnance royale du 2 mai 1845 (3) a rejeté le pourvoi formé par le sieur Lechêne contre l'ordonnance du 20 février 1843.

---

(1) Voir notamment, sur cette question, les ordonnances du 1er juillet 1839 (Noël, de Villecomte); du 29 juin 1844 (Rozet et de Ménisson); *Annales des mines*, 3e série, tome XVI, p. 716 et suiv.; et tome V, p. 685 et suiv.

(2) Voir les observations relatives à l'ordonnance précitée du 1er juillet 1839, *Annales des mines*, 3e série, tome XVI, p. 718.

(3) Voir cette ordonnance, ci-après, page 560.

LOI, ORDONNANCES DU ROI

ET DÉCISIONS DIVERSES,

Concernant les mines, usines, etc.

PREMIER SEMESTRE 1845.

Loi du 30 *juin* 1845, *relative à l'acquisition de la collection minéralogique de* M. le marquis DE DRÉE.

LOUIS-PHILIPPE, etc.

Nous avons proposé, les chambres ont adopté, nous avons ordonné et ordonnons ce qui suit :

Art. 1er. Il est ouvert au ministre secrétaire d'état des travaux publics, sur l'exercice 1845, un crédit de cent douze mille francs (112,000), pour l'acquisition, le transport et l'installation à l'école royale des mines, de la collection minéralogique appartenant à M. le marquis de Drée.

Art. 2. Il sera pourvu à la dépense autorisée par la présente loi, au moyen des ressources accordées par la loi du 4 août 1844, pour les besoins de l'exercice 1845.

Mines de fer du Boulet.

Ordonnance du 2 *janvier* 1845, *portant concession, au sieur* André PUJADE, *de mines de fer situées dans la commune de* LA BASTIDE, *arrondissement de* CERET (Pyrénées-Orientales).

(Extrait.)

Art. 2. Cette concession, que prendra le nom de *concession du Boulet*, est limitée ainsi qu'il suit, savoir :

Au Nord, 1° par une ligne droite allant du *Puig-Petit*

de la *crête du Roussillon*, à la fontaine du *Bouleton*; 2° par une deuxième ligne droite allant de ladite fontaine au point de jonction du chemin de la Bastide à Arles avec le ruisseau de *l'homme mort;*

A l'Est, par une ligne droite allant dudit point de jonction au sommet appelé *Serrat del Carol;*

Au Sud, 1° par la ligne servant de séparation aux deux communes de la Bastide et de Corsavy, suivant la crête de la montagne depuis le Serrat del Carol, jusqu'au rocher de la Collade du Boulet ; 2° par une ligne droite allant dudit rocher au pic de l'Estelle;

A l'Ouest, par la ligne servant de limite aux communes de la Bastide et de Velmanya, suivant la crête de la montagne depuis le pic de l'*Estelle* jusqu'au *petit-puig de la crête du Roussillon*, point de départ;

Lesdites limites renfermant une étendue superficielle de soixante-treize hectares trente-neuf ares.

Art. 5. Les droits attribués aux propriétaires de la surface, par les articles 6 et 42 de la loi du 21 avril 1810, sur le produit des mines concédées, sont réglés à une rente annuelle de quarante centimes par hectare pour tous les terrains compris dans la concession.

Ces dispositions seront applicables nonobstant les stipulations qui pourraient résulter de conventions antérieures entre le concessionnaire et les propriétaires de la surface.

Art. 7. En exécution de l'article 46 de la loi du 21 avril 1810, toutes les questions d'indemnités à payer par le concessionnaire, à raison de recherches ou travaux antérieurs à la présente ordonnance, et notamment d'indemnités à payer à la commune de la Bastide en exécution de l'ordonnance de permission de recherches, en date du 20 octobre 1839, seront décidées par le conseil de préfecture.

Cahier des charges de la concession des mines de fer du BOULET.

(Extrait.)

Art. 2. Le concessionnaire établira sur le gîte actuellement découvert, un système de recherches combiné de manière à faire reconnaître sa forme et sa position. A cet

effet, il creusera au niveau inférieur du vide qui existe aujourd'hui dans le minerai de fer, 1° une galerie horizontale dirigée suivant la longueur maximum du vide et poussée jusqu'aux limites du massif; 2° une ou plusieurs galeries à angle droit sur la première, poussées de même jusqu'aux limites du massif. Il approfondira ensuite une descenderie suivant l'inclinaison de l'amas, et il établira, à différents étages, des systèmes de galeries semblables à celui de l'étage actuel.

Art. 16. En exécution de l'article 70 de la loi du 21 avril 1810, le concessionnaire fournira à l'usine de Lahémas, commune de Reynès, qui s'approvisionnait sur des gîtes compris dans sa concession, la quantité de minerai nécessaire à l'alimentation de cette usine, au prix qui sera fixé par l'administration.

Art. 17. Lorsque l'approvisionnement de l'usine ci-dessus désignée aura été assuré, le concessionnaire sera tenu de fournir, autant que ses exploitations le permettront, à la consommation des usines établies ou à établir dans le voisinage avec autorisation légale. Le prix des minerais sera alors fixé de gré à gré ou à dire d'experts, ainsi qu'il est indiqué en l'article 65 de la loi du 21 avril 1810 pour les exploitations de minières de fer.

Art. 18. En cas de contestation entre plusieurs maîtres de forges relativement à leur approvisionnement en minerai, il sera statué par le préfet conformément à l'article 64 de la même loi.

Usine des Mazures.

Ordonnance du 2 janvier 1845, portant que le sieur Morel est autorisé à maintenir en activité l'usine à fer des Mazures, située dans la commune de ce nom (Ardennes).

La consistance de cette usine est et demeure fixée ainsi qu'il suit :

Deux hauts-fourneaux,

Six feux d'affinerie au charbon de bois;

Et deux bocards à crasses.

(Extrait.)

Art. 14. Le permissionnaire sera tenu d'avoir un compte

ouvert au bureau de la douane des Mazures, et de se soumettre à l'exercice des employés des douanes dans son établissement, sans l'assistance d'un officier municipal.

Mines d'antimoine de la Coupette et d'Avelac.

Ordonnance du 28 *janvier* 1845, *portant concession aux sieurs* Pierre-Auguste DAUDÉ, Pierre LARGUIER *et* Jean DUMAZER, *réunis en société par l'acte du* 5 *mai* 1845, *de mines d'antimoine situées dans la commune de* SAINT-ÉTIENNE-VALLÉE-FRANÇAISE, *arrondissement de* FLORAC (Lozère).

(Extrait.)

Art. 2. Cette concession, qui prendra le nom de *concession de la Coupette et d'Avelac*, est limitée ainsi qu'il suit, savoir :

Au Nord, à partir de l'embouchure du ravin de Peyrebrune, dans le valat du Merlet, point M du plan, par le valat du Merlet, en le remontant, puis par le ruisseau de la Beaume, aussi en le remontant, jusqu'à la rencontre de la crête ou serre de Vieillemorte, au point N du plan ;

A l'Est, à partir du point N par la Serre de Vieillemorte et par le ravin du Montant jusqu'à la rencontre du chemin de traverse, au point D du plan ;

Au Sud, à partir du point D, par une ligne droite allant à la maison de la citadelle, point E du plan, et par une seconde ligne droite allant du point E au point F, confluent du ruisseau de la combe d'Avelac et du Gardon ;

A l'Ouest, à partir du point F, par le ruisseau de la combe d'Avelac en le remontant jusqu'au confluent du ravin des Louvières, point O, puis par le ravin des Louvières en le remontant jusqu'à sa naissance à la serre du Tournel, point P ; puis par une ligne droite allant du point P au point L, où commence le ravin de Peyrebrune ; puis par le ravin de Peyrebrune en le descendant jusqu'à son embouchure dans le valat du Merlet, au point de départ M ;

Lesdites limites renfermant une étendue superficielle de cinq kilomètres carrés, soixante hectares.

houille de Gardanne comprend une surface de 29 kilom. carrés, 52 hectares;

Qu'aux termes de l'article 2 de la même ordonnance, la concession est limitée, conformément au plan, ainsi qu'il suit, savoir : par une ligne droite tirée du clocher de Mimet au bâtiment de la poste aux chevaux, situé au quartier du Pin, sur la grande route de Marseille à Aix; de là, suivant la grande route, jusqu'au pont de Bouc; de ce pont, par une ligne droite tirée du clocher de Gardanne, et de ce point par une autre ligne droite jusqu'au clocher de Mimet, point de départ;

Que la surface de 29 kilomètres carrés 52 hectares, concédée par l'article 1er, concorde exactement avec les limites déterminées par l'article 2 et tracées sur le plan;

Considérant qu'il résulte, d'une part, de l'ensemble des actes administratifs qui ont précédé l'ordonnance de concession et notamment des affiches et publications prescrites dans les communes de Bouc, Simiane et Mimet, que toutes les mines de houille situées dans le périmètre fixé par l'article 2 de l'ordonnance du 17 septembre 1817, devaient faire partie de la concession accordée par ladite ordonnance;

Et d'autre part, du procès-verbal dressé, le 19 décembre 1817, par le maire de Mimet, en exécution d'un arrêté du préfet des Bouches-du-Rhône, du 20 novembre précédent, que les concessionnaires ont été effectivement mis en possession des mines de houille comprises dans les parties du territoire de la commune de Mimet, sises dans le périmètre déterminé par ledit article 2 de l'ordonnance de concession;

Notre conseil d'État entendu,

Nous avons ordonné et ordonnons ce qui suit :

Art. 1er. Les mines de houille situées dans le périmètre tracé par l'article 2 de l'ordonnance royale du 17 septembre 1817, font partie de la concession accordée aux sieurs de Castellane et consorts par ladite ordonnance.

Art. 2. Les sieur et dame de Foresta sont condamnés aux dépens.

Art. 3. Notre garde des sceaux, ministre secrétaire d'Etat au département de la justice et des cultes, et notre ministre secrétaire d'Etat au département des travaux publics, sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution de la présente ordonnance.

Ordonnance du 10 *février* 1845, *portant que le* vicomte François-Louis de Dreuille-Senecterre *est autorisé à conserver en activité l'usine à fer de l'*Aubron, *située sur le ruisseau de* la Talvanne, *commune de* Donzy (Nièvre).

Usine à fer de l'Aubron.

La consistance de cette usine est et demeure fixée de la manière suivante :

1° Un feu de mazerie ;
2° Deux petits feux d'affinerie ;
3° Une soufflerie et un marteau,
4° Un lavoir à bras pour les menus fers.

Ordonnance du 10 *février* 1845, *portant que les sieurs* Malagou, Cordier *et* Bourzac *sont autorisés à ajouter un haut-fourneau à leur usine à fer de* Sireuil, *située sur la* Charente, *commune de* Sireuil (Charente).

Usine à fer de Sireuil.

Ordonnance du 10 *février* 1845, *portant que le sieur* Cellard-Philipet *est autorisé à établir, au lieu dit* Portail de Pouilly, *dans la commune de* Pouilly-sur-Saône (Côte-d'Or), *un haut-fourneau pour la fusion du minerai de fer.*

Haut-fourneau de Portail de Pouilly.

Ordonnance du 10 *février* 1845, *portant que les sieurs* Nonnon-Mahin *et* Grulet-Mahin *sont autorisés à maintenir en activité la forge de* Guignicourt, *située au lieu dit* les Forges, *sur la rivière de* Vence, *commune de* Guignicourt (Ardennes).

Usine à fer de Guignicourt.

La consistance de cette usine est et demeure fixée ainsi qu'il suit :

1° Deux feux d'affinerie au charbon de bois ;
2° Quatre fours à puddler marchant à la houille ;
3° Deux marteaux ;
4° Un train de cylindres étireurs, un train de laminoirs, une fenderie, avec le four à chauffer, et une roulerie.

Usines de Pont-Évêque. — Additions.

Ordonnance du 10 *février* 1845, *portant que le sieur* Victor Frèrejean *est autorisé à établir dans ses usines de* Pont-Évêque, *situées sur la rivière de* Gère, *commune d'*Estrablin, *près de* Vienne (Isère) :

1° Deux hauts-fourneaux pour fondre le minerai de fer au moyen de combustibles minéraux ;

2° Quatre fours à réverbère pour affiner la fonte au moyen de la combustion des gaz provenant des hauts-fourneaux ;

3° Les marteaux et appareils de compression nécessaires à l'étirage du fer.

Lavoirs à bras, commune de Villers-la-Montagne.

Ordonnance du 11 *février* 1845, *portant que les sieurs* Estignard *et* Cie *sont autorisés à établir sur un pré qui leur appartient, au lieu dit* Beveau, *commune de* Villers-la-Montagne (Moselle), *un lavoir à bras pour la préparation du minerai de fer.*

Lavoirs à bras, commune de Montigny-sur-Vence.

Ordonnance du 11 *février* 1845, *portant que le sieur* Dhumeaux-Gendarme *est autorisé à maintenir en activité deux lavoirs à bras pour la préparation du minerai de fer, situés dans la commune de* Montigny-sur-Vence (Ardennes).

(Extrait.)

Art. 15. L'opération du lavage sera interrompue chaque année, du 15 avril au 15 octobre.

Toutefois, sur le vu des certificats délivrés par le maire de Montigny, au permissionnaire, attestant que la récolte des regains est terminée, le préfet pourra avancer, par un arrêté, l'époque de la reprise du lavage.

Ordonnance du 11 *février* 1845, *portant que la* Compagnie agricole et industrielle d'ARCACHON *est autorisée à établir une usine à fer, sur les terrains qui lui appartiennent, au bord du canal des* LANDES, *dans la commune de* GUJAN (Gironde).

Usine à fer de Gujan.

Cette usine sera composée :
1° D'un haut-fourneau ;
2° De deux feux d'affinerie ;
3° D'un four à réverbère de chaufferie ;
4° Des machines soufflantes qu'exigera le roulement de l'usine ;
5° Des machines de compression nécessaires à la fabrication du fer ;
6° D'un atelier de moulage et des autres accessoires dont la compagnie permissionnaire pourra avoir besoin.

Ordonnance du 11 *février* 1845, *portant que la* Société anonyme des forges et fonderies d'IMPHY *est autorisé à maintenir en activité l'usine à fer de* PRYE, *située sur la rivière d'*IXEURRE, *commune de* LA FERMETÉ (Nièvre).

Usine à fer de Prye.

Cette usine demeure composée de deux feux de forge, d'un marteau et d'une soufflerie.

Ordonnance du 15 *février* 1845, *portant que* M. Joseph MÉRILHOU, *pair de France, est autorisé à conserver et à maintenir en activité l'usine à fer dite de* LOSSE, *située dans la commune de* THONAC, *sur le ruisseau de ce nom* (Dordogne).

Usine à fer de Losse.

La consistance de cette usine demeure fixée à un feu d'affinerie au charbon de bois, et un marteau.

Ordonnance du 15 *février* 1845, *portant que les sieurs* DE THON, DORR *et* Cie, *propriétaires de la saline de* SALTZBRONN, *située communes de* SAR-

Saline de Saltzbronn

RABLE (Moselle) *et de* HERBISHEIM (Bas-Rhin), *sont autorisés à établir, dans les quatre ateliers déjà existants dans cette usine, seize nouvelles poêles pour la fabrication du sel, chauffées par la vapeur des dix-huit poêles déjà en activité dans ladite usine. — Les nouvelles poêles auront une surface de 968 mètres carrés.*

En conséquence la consistance de la saline de Saltzbronn est fixée à quatre ateliers renfermant trente-quatre poêles, offrant ensemble une superficie de 2011 mètres carrés, 24 centimètres carrés.

[…]uts-fourneaux et bocard [d]e Sermaize.

Ordonnance du 17 *février* 1845, *portant rectification d'une erreur commise dans celle du* 11 *mai* 1841, *qui a autorisé les sieurs* JACQUOT *et* HANNOTIN *à établir deux hauts-fourneaux et un bocard à mines dans la commune de* SERMAIZE (Marne).

Il était dit dans la première ordonnance que le dessus de toutes les vannes et du déversoir serait établi à 1^{m},18 en contre-bas de la clef du pont du moulin voisin de l'usine, au lieu de 0^{m},18.

[…]ine de houille de Grozon.

Ordonnance du 8 *mars* 1845, *portant concession aux sieurs* Claude-Joseph PIGUET, Pierre-Fidèle LONCHAMPT, Charles-César CLERC DE LANDRESSE, Gabriel CONROD, Jean-François-Alexandre THOMASSET, Alfred DE SARRET-GROZON, *d'une mine de houille, située dans les communes de* GROZON, ARBOIS *et* TOURMONT, *arrondissement de* POLIGNY (Jura).

(Extrait.)

Art. 2. Cette concession, qui prendra le nom de *concession de Grozon*, est limitée ainsi qu'il suit, savoir :

Au Sud-Ouest, par une ligne droite partant du point n° 1, angle Est de la grange de Soupois, et allant au point n° 2, axe de la route de la tour du Ressin;

Au Sud-Est, par une ligne droite partant du point n° 2 et allant au point n° 21, angle Sud-Est de la grange de Vauxy;

Au Nord, par deux lignes droites, la première partant du point n° 21 et allant au point n° 22, angle Sud-Est de la grange Coton; la seconde partant du point n° 22 et allant au point n° 23, angle Sud-Est du moulin Présillot;

Au Nord-Ouest, par une ligne droite partant du point n° 23 et allant à l'angle Est de la grange de Soupois, point de départ;

Lesdites limites renfermant une étendue superficielle de onze kilomètres carrés.

Art. 4. Les droits attribués aux propriétaires de la surface, par les articles 6 et 42 de la loi du 21 avril 1810, sur le produit des mines concédées, sont réglés à une rétribution annuelle de dix centimes par hectare de terrain compris dans la concession.

Ces dispositions seront applicables nonobstant les stipulations contraires qui pourraient résulter de conventions antérieures entre les concessionnaires et les propriétaires de la surface.

Art. 13. La présente concession ne préjudicie en rien aux droits qui pourront être acquis aux concessionnaires de mines de sel existantes dans l'étendue aujourd'hui concédée pour la houille, de pratiquer toutes les ouvertures qui seraient reconnues utiles à l'exploitation du sel, soit près de la surface, soit dans la profondeur, sauf l'application réciproque, s'il y a lieu, des dispositions de l'article 45 de la loi du 21 avril 1810.

Cahier des charges de la concession de la mine de houille de Grozon.

(Extrait.)

Art. 7. Dans le cas où les travaux projetés par les concessionnaires devraient s'étendre sous des habitations ou des édifices, ces travaux ne pourront être exécutés qu'en vertu d'une autorisation spéciale du préfet, donnée sur le rapport des ingénieurs des mines, après que le conseil municipal et les propriétaires intéressés auront été entendus, et après que les concessionnaires auront

donné caution de payer l'indemnité exigée par l'article 15 de la loi du 21 avril 1810. Les contestations relatives soit à la caution, soit à l'indemnité, seront portées devant les tribunaux et cours conformément audit article.

L'autorisation d'exécuter les travaux sera refusée par le préfet, s'il est reconnu que l'exploitation peut compromettre la sûreté du sol, celle des habitants ou la conservation des édifices.

Art. 22. Les concessionnaires seront tenus de souffrir toutes les ouvertures qui seraient pratiquées pour l'exploitation des mines de sel, ou même le passage à travers leurs propres travaux, s'il est reconnu nécessaire; le tout s'il y a lieu, moyennant une indemnité qui sera réglée de gré à gré ou à dire d'experts. En cas de contestation sur la nécessité ou l'utilité de ces ouvertures, il sera statué par le préfet, sur le rapport des ingénieurs des mines, les parties ayant été entendues, et sauf le recours au ministre des travaux publics.

Art. 23. Si l'exploitation des gîtes de houille, objet de la présente concession, fait reconnaître qu'ils s'approchent des gîtes de sel qui auront été concédés, les concessionnaires ne pourront exploiter que la partie de ces gîtes où l'extraction sera reconnue n'offrir aucun inconvénient pour les mines de sel. En cas de contestation à ce sujet, il sera statué par le préfet, ainsi qu'il est dit à l'article ci-dessus, et les concessionnaires devront se conformer aux mesures qui seront prescrites par l'administration, dans l'intérêt de la bonne exploitation des deux substances.

Haut-fourneau de la Cave, commune de Presles.

Ordonnance du 8 *mars* 1845, *portant que le sieur* THOMAS (Albert-Gabriel-François) *est autorisé à établir un haut-fourneau, au charbon de bois ou au coke, pour le traitement des minerais de fer, au lieu dit* LA CAVE, *commune de* PRESLES (Seine-et-Oise).

Usine à fer de la Commune, à Monthermé.

Ordonnance du 8 *mars* 1845, *portant que le sieur* MOREL *est autorisé à maintenir en activité l'usine*

à fer de LA COMMUNE, *située dans la commune de* MONTHERMÉ (Ardennes.)

La consistance de cette usine est et demeure fixée ainsi qu'il suit, savoir :

1° Un haut-fourneau;

2° Un bocard à crasses;

3° Une forge dite *d'en haut*, comprenant deux feux d'affinerie au charbon de bois, deux fours à puddler et deux gros marteaux ;

4° Une forge dite *d'en bas*, comprenant deux feux d'affinerie au charbon de bois, et deux marteaux.

(Extrait.)

Art. 12. Le sieur Morel sera tenu d'avoir un compte ouvert au bureau de la douane de Monthermé, et de se soumettre à l'exercice des employés des douanes dans son établissement, sans assistance d'officier municipal.

Lavoirs à bras de Douzies-les-Maubeuge.

Ordonnance du 20 *mars* 1845, *portant que les sieurs* HAMOIR, SERRET, PILLION et Cie *sont autorisés à maintenir cinq lavoirs à bras pour le lavage des minerais de fer, existant dans l'enceinte de leur usine de* DOUZIES-LES-MAUBEUGE, *commune de* MAUBEUGE (Nord).

Mines de sel gemme de Grozon.

Ordonnance du 12 *avril* 1845, *portant concession aux sieurs* Gabriel CONROD, Pierre-Fidèle LONCHAMPT, Jean-François-Alexandre THOMASSET, César CLERC DE LANDRESSE, Alfred DE SARRET-GROZON *et* Claude-Joseph PIQUET, *de mines de sel gemme situées dans la commune de* GROZON, *arrondissement de* POLIGNY (Jura).

(Extrait.)

Art. 2. Cette concession, qui prendra le nom de *concession des mines de sel gemme de Grozon*, est limitée ainsi qu'il suit, savoir :

Au Nord, par une ligne droite allant du point A,

angle septentrional de la grange Doizelaine à la fontaine de l'étang, point B du plan, et par une ligne droite allant de ce dernier point au point C, angle septentrional de la grange de l'étang;

A l'Est, par une ligne droite menée dudit angle septentrional de la grange de l'étang à l'angle occidental de la grange de Présang, mais en l'arrêtant au point D, où elle rencontre une ligne droite allant de l'angle Nord-Ouest de la grange de Vauxy à la tour de Ressin (auquel point D il sera planté une borne), et par la portion de cette dernière ligne qui se trouve comprise entre ledit point D et le point E, où elle est coupée par la ligne droite menée de l'angle occidental de la grange de Présang à la fontaine de la Roche, point F du plan (une borne sera également plantée au point E);

Au Sud, par la portion de ladite ligne droite dirigée de la grange de Présang à la fontaine de la Roche, qui se trouve comprise entre ledit point E et ladite fontaine, et par une ligne droite allant de cette fontaine à l'angle occidental du bâtiment Nord-Ouest de la grange de la Vervette, point G du plan;

A l'Ouest, enfin, par une ligne droite, menée dudit angle occidental du bâtiment Nord-Ouest de la grange de la Vervette, à l'angle septentrional de la grange Doizelaine, point de départ;

Lesdites limites formant le polygone ABCDEFG, et renfermant une étendue superficielle de deux kilomètres carrés quatre-vingt-douze hectares.

Art. 4. Les droits attribués aux propriétaires de la surface, par les articles 6 et 42 de la loi du 21 avril 1810, et par l'article 1 de la loi du 17 juin 1840, sur le produit des mines concédées, sont réglés à une redevance annuelle de dix centimes par hectare de terrain compris dans la concession.

Ces dispositions seront applicables nonobstant les stipulations contraires qui pourraient résulter de conventions antérieures entre les concessionnaires et les propriétaires de la surface.

Art. 13. La présente concession ne préjudicie en rien aux droits qui seront acquis aux concessionnaires des mines de houille existantes dans l'étendue aujourd'hui concédée pour le sel gemme, de pratiquer toutes les ouvertures qui seront reconnues utiles à l'exploitation des

gîtes houillers, sauf l'application réciproque, s'il y a lieu, des dispositions de l'article 45 de la loi du 21 avril 1810.

Cahier des charges de la concession des mines de sel gemme de Grozon.

(Extrait.)

Art. 5. Les concessionnaires devront, ainsi qu'il est prescrit par l'article 2 de l'ordonnance du 26 juin 1841, entourer les puits d'extraction, galeries, trous de sonde, d'une enceinte en bois ou en maçonnerie de trois mètres d'élévation, ayant à l'intérieur et à l'extérieur un chemin de ronde de deux mètres au moins de largeur, avec accès sur la voie publique par une seule porte ou entrée.

Art. 7. Dans le cas où les travaux projetés par les concessionnaires devraient s'étendre sous les habitations du village de Grozon, ces travaux ne pourront être exécutés qu'en vertu d'une autorisation spéciale du préfet, donnée sur le rapport des ingénieurs des mines, après que le conseil municipal et les propriétaires intéressés auront été entendus, et après que les concessionnaires auront donné caution de payer l'indemnité exigée par l'article 15 de la loi du 21 avril 1810. Les contestations relatives soit à la caution, soit à l'indemnité, seront portées devant les tribunaux et cours, conformément audit article.

L'autorisation d'exécuter les travaux sera refusée par le préfet, s'il est reconnu que l'exploitation peut compromettre la sûreté du sol, celle des habitants ou la conservation des édifices.

Art. 15. Dans le cas où l'exploitation du sel aurait lieu par dissolution, les concessionnaires seront tenus d'exécuter tous les travaux qui seront prescrits par le préfet, sur le rapport des ingénieurs des mines, à l'effet de déterminer la situation et l'étendue des excavations souterraines produites par l'action des eaux.

S'il est reconnu que ce mode d'exploitation compromet la sûreté publique ou celle des habitations de la surface, il y sera pourvu par le préfet, selon ce qui est prescrit par l'article 50 de la loi du 21 avril 1810.

En cas de péril imminent, le préfet pourra ordonner, conformément à l'article 4 du décret du 3 janvier 1813, que son arrêté sera provisoirement exécuté.

Si les concessionnaires n'exécutent pas les travaux prescrits, il sera procédé d'office, et à leurs frais, à l'exécution de ces travaux, ainsi qu'il est dit aux articles 4 et 5 de l'ordonnance royale du 26 mars 1843.

Art. 21. Les concessionnaires seront tenus de souffrir toutes les ouvertures qui seraient pratiquées pour l'exploitation des mines de houille de Grozon par les concessionnaires de ces dernières mines, ou même le passage à travers leurs propres travaux, s'il est reconnu nécessaire, le tout, s'il y a lieu, moyennant une indemnité qui sera réglée de gré à gré, ou à dire d'experts. En cas de contestation sur la nécessité ou l'utilité de ces ouvertures, il sera statué par le préfet, sur le rapport des ingénieurs des mines, les parties ayant été entendues et sauf le recours au ministre des travaux publics.

Art. 22. Si l'exploitation des gîtes de sel, objet de la présente concession, fait reconnaître qu'ils s'approchent des gîtes de houille, objet de la concession des mines de houille de Grozon, les concessionnaires ne pourront exploiter que la partie de ces gîtes où l'extraction sera reconnue n'offrir aucun inconvénient pour les mines de la concession de houille situées dans le voisinage. En cas de contestation à ce sujet, il sera statué par le préfet, ainsi qu'il est dit à l'article ci-dessus, et les concessionnaires devront se conformer aux mesures qui seront prescrites par l'administration, dans l'intérêt de la bonne exploitation des deux substances.

Art. 29. Les concessionnaires ne pourront établir des usines destinées à l'élaboration du sel gemme, qu'après avoir obtenu une permission à cet effet, dans les formes déterminées par les articles 25 et suivants de l'ordonnance du 7 mars 1841.

Mines de plomb de Vienne. — Renonciation.

Ordonnance du 12 *avril* 1845, *portant acceptation de la renonciation de* MM. DE MIREMONT *et* DE BLUMENSTEIN, *à la concession des mines de plomb de* VIENNE (Isère *et* Rhône).

(Extrait.)

Art. 2. Ladite concession est et demeurera affranchie, à

partir du 1er janvier 1842, de la redevance fixe à laquelle elle se trouvait imposée conformément à la loi du 21 avril 1810 et au décret du 6 mai 1811.

Art. 3. Les concessionnaires seront tenus de déposer à la préfecture du département de l'Isère, dans un délai de six mois à compter de la notification qui leur aura été faite de la présente ordonnance, les plans et mémoires descriptifs des divers travaux souterrains opérés sur lesdites mines, soit par eux, soit par leurs auteurs.

Usine à fer, dite le haut fourneau d'Azy.

Ordonnance du 12 *avril* 1845, *portant que les ayants droit du sieur* Brière d'Azy, *sont autorisés à maintenir en activité l'usine à fer dite* le haut-fourneau d'Azy, *située sur le ruisseau de* Sauvry, *commune de* Saint-Benin-d'Azy (Nièvre).

Cette usine est et demeure composée :

D'un haut-fourneau et de sa soufflerie;

D'un bocard à laitiers;

Et d'un lavoir à bras pour la préparation du minerai de fer.

Usine à fer de Valotte.

Ordonnance du 12 *avril* 1845, *portant que les ayants droit du sieur* Brière d'Azy *sont autorisés à maintenir en activité l'usine à fer de* Valotte, *située sur la rivière de* l'Ixeure, *commune de* Saint-Benin-d'Azy (Nièvre).

Cette usine restera composée :

D'un feu de mazerie;

De deux petits feux d'affinerie;

Et des machines soufflantes et de compression nécessaires à la fabrication du petit fer et de l'acier.

Usines à fer

Ordonnance du 12 *avril* 1845, *portant que les sieurs* Robe, Bernard et Cie, *sont autorisés à établir sur la rivière de* Pernaz, *commune de* Serrières-de-Briard (Ain), *une usine à fer composée de deux hauts-fourneaux, marchant au coke et à la houille, et de leurs accessoires.*

Usine à fer de Cigogne.

Ordonnance du 12 avril 1845, portant que les ayants droit du sieur Brière d'Azy *sont autorisés à maintenir en activité l'usine à fer de* Cigogne, *située sur l'étang de ce nom, dans la commune de* la Fermeté (Nièvre).

Cette usine restera composée :

D'un haut-fourneau et des machines soufflantes nécessaires, et d'un bocard à laitiers.

Lavoirs à bras, commune de Viel-St-Remy.

Ordonnance du 12 avril 1845, portant que le sieur Barrachin *est autorisé à établir deux lavoirs à bras pour la préparation du minerai de fer, au lieu dit* Frilly, *commune de* Viel-Saint-Remy (*Ardennes*).

Lavoirs à bras des Grosses-Fontaines.

Ordonnance du 12 avril 1845, portant que la commune de Cellancourt *est autorisée à établir trois lavoirs à bras pour la préparation du minerai de fer, dans le canton de ses bois dit* de la Ville, *près d'une source située au lieu dit* les Grosses-Fontaines (Moselle).

Usines de Diénay.

Ordonnance du 2 mai 1845, portant rejet du pourvoi du sieur Lechêne *contre l'ordonnance du 20 février 1843 relative aux usines de* Diénay (Côte-d'Or).

Louis-Philippe, etc. ;

Sur le rapport du comité du contentieux ;

Vu les requêtes à nous présentées au nom du sieur Jules Lechêne, maître de forges à Diénay (Côte-d'Or), lesdites requêtes enregistrées au secrétariat général de notre conseil d'État, les 11 juillet 1843 et 6 février 1844, tendant à ce qu'il nous plaise réformer notre ordonnance en date du 20 février 1843, qui a maintenu, à certaines conditions, les usines de Diénay, et lui accorder un titre de permission pour le bocard et le patouillet par lui projetés ;

Vu notre ordonnance attaquée;

Vu les observations de notre ministre des travaux publics, en réponse à la communication qui lui a été donnée du pourvoi ci-dessus visé; lesdites observations enregistrées au secrétariat général de notre conseil d'Etat, le 23 avril 1844;

Vu le mémoire en réplique, à nous présenté, au nom du sieur Lechêne, par lequel il déclare persister dans ses conclusions, ledit mémoire enregistré au secrétariat général de notre conseil d'État, le 13 novembre 1844;

Ensemble les pièces produites, jointes au dossier;

Vu les lois des 12, 20 août 1790, 28 septembre, 6 octobre 1791, et l'arrêté du 19 ventôse an VI;

Ouï Me de la Chèze, avocat du requérant;

Ouï M. Hély-d'Oissel, maître des requêtes, remplissant les fonctions du ministère public;

Considérant qu'aux termes des lois ci-dessus visées, c'est à l'administration qu'il appartient de régler le régime des eaux; que les ordonnances rendues en cette matière sont des actes purement administratifs, qui ne peuvent être attaqués par la voie contentieuse qu'au cas où les formalités requises par les lois et règlements n'auraient pas été remplies;

Considérant que notre ordonnance du 20 février 1843 n'a été rendue qu'après l'accomplissement de toutes les formalités prescrites par les lois et règlements;

Notre conseil d'État entendu,

Nous avons ordonné et ordonnons ce qui suit:

Art. 1er. La requête du sieur Lechêne est rejetée.

Art. 2. Notre garde des sceaux, ministre secrétaire d'Etat au département de la justice et des cultes, et notre ministre secrétaire d'Etat au département des travaux publics, sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution de la présente ordonnance.

Haut-fourneau de Touligny.

Ordonnance du 10 *mai* 1845, *portant que les sieurs* NONNON-MAHIN *et* GRULET-MAHIN *sont autorisés à maintenir en activité le haut-fourneau qu'ils possèdent dans la commune de* TOULIGNY (Ardennes), *et à établir un bocard à crasses sur la tête d'eau de ce haut-fourneau*

Usine à fer, commune de St-Justin.

Ordonnance du 10 *mai* 1845, *portant que le sieur* Léon Maumen *est autorisé* 1° *à construire, sur la rivière de* la Doulouze, *dans la commune de* Saint-Justin (Landes), *au lieu dit* le Batan, *en remplacement du martinet à cuivre autorisé par l'ordonnance du* 31 *décembre* 1830, *une usine à fer composée d'un haut-fourneau, de trois feux d'affinerie et d'un feu de chaufferie*; 2° *à transférer ledit martinet à* 150 *mètres en aval de sa position actuelle, et sur le même cours d'eau.*

Lavoirs à bras, commune de Villers-la-Montagne.

Ordonnance du 10 *mai* 1845, *portant que le sieur* comte d'Hoffelize *est autorisé à établir deux lavoirs à bras pour la préparation du minerai de fer, au lieu dit* la Voie-des-Morts, *commune de* Villers-la-Montagne (Moselle).

(Extrait.)

Art. 5. Le permissionnaire sera tenu de cesser le lavage des minerais toutes les fois qu'il en sera requis dans l'intérêt des irrigations, mais après la première coupe des foins seulement.

Usine à fer de Tabourneau.

Ordonnance du 12 *mai* 1845, *portant que le sieur* vicomte Ernest de Chabrol-Chaméane *est autorisé à maintenir en activité l'usine à fer de* Tabourneau, *située sur l'étang de* Tabourneau, *commune d'*Azy-le-Vif (Nièvre).

Cette usine demeure composée :

D'un haut-fourneau, d'une forge renfermant un feu de mazerie et deux foyers d'affinerie; des souffleries, marteaux et accessoires nécessaires à la fabrication de la fonte et à sa conversion en fer.

Usine à fer de Gourbareau.

Ordonnance du 20 *mai* 1845, *portant que le sieur* Grenouillet aîné *est autorisé à maintenir en acti-*

vité l'usine à fer de Gourbareau, *située sur le ruisseau de* la Valouze, *dans la commune de* Saint-Paul-Laroche (Dordogne).

Cette usine est et demeure composée :

De deux feux d'affinerie au charbon de bois, et d'un marteau.

Ordonnance du 22 *mai* 1845, *portant que les sieurs* Labbé *et* Legendre *sont autorisés à maintenir en activité trois lavoirs à bras servant à la préparation des minerais de fer, au lieu dit* Parivaux, *commune de* Cosnes (Moselle).

Lavoirs à bra[s] commune d[e] Cosne.

Ordonnance du 7 *juin* 1845, *portant concession aux sieurs* Charles-Pierre Collard, Dominique Perrin, Charles-Nicolas Guérin-Keller, François-Joseph-Eugène-Élie Baille, Charles-André Chardin, *de mines de sel gemme, situées dans les communes de* Rosières-aux-Salines, Dombasle, Varangéville *et* Saint-Nicolas, *arrondissement de* Nancy (Meurthe).

Mines de [sel] gemme de Rosi[è]res-aux-Saline[s]

(Extrait.)

Art. 2. Cette concession, qui prendra le nom de *concession de Rosières-aux-Salines*, est limitée ainsi qu'il suit, savoir :

Au Nord, par la portion de la ligne droite menée de la tour Nord de l'église du village de Saint-Nicolas au clocher de Sommervillers, qui se trouve comprise entre le point S où elle coupe le chemin de Laval à Haute-Varangéville et le point Y où elle rencontre le bord méridional de la route royale de Paris à Strasbourg ; puis par cette route jusqu'au point U où elle est coupée par le prolongement d'une ligne droite allant du point T à l'embouchure de la petite rivière du Sanon dans la Meurthe, le point T étant l'intersection de la rive gauche de la Meurthe et d'une ligne droite menée du point Y au point

L'adhésion des demandeurs à cette fixation, sous la même date;

Leurs observations, du 8 juin;

L'avis du préfet, du 10 du même mois;

L'avis du conseil général des mines, du 2 août, tendant à ce que le chiffre de l'abonnement soit élevé à 4,500 francs en principal par année;

La lettre, du 30 décembre, du sieur de la Roche Lambert, au nom des propriétaires de la mine de la Bazouge de Chémeré, portant adhésion au chiffre de 4,500 francs;

La lettre du préfet, du 2 janvier 1845;

L'avis de notre ministre des travaux publics, du 24 mars;

Vu l'article 35 de la loi du 21 avril 1810 et l'article 34 du décret du 6 mai 1811;

Sur le rapport de notre ministre secrétaire d'état des finances;

Notre conseil d'état entendu;

Nous avons ordonné et ordonnons ce qui suit:

Art. 1er. La redevance proportionnelle de la mine d'anthracite de la Bazouge de Chémeré, département de la Mayenne, est réglée sous forme d'abonnement pour les exercices 1844, 1845, 1846, 1847 et 1848, à raison de quatre mille cinq cents francs en principal par exercice.

Art. 2. Notre ministre secrétaire d'état au département des finances, est chargé de l'exécution de la présente ordonnance.

Mine de houille de Comberedonde.

Ordonnance du 12 *juin* 1845, *portant remise pour cinq ans de la redevance proportionnelle de la mine de houille de* Comberedonde (Gard).

Louis-Philippe, etc.,

Vu la demande, en date du 18 février 1844, adressée au préfet du Gard par la compagnie propriétaire de la mine de houille de Comberedonde, tendante à obtenir la remise de la redevance proportionnelle pendant six années;

Le rapport de l'ingénieur des mines, du 23 mars;

L'avis de l'ingénieur en chef, du 28 du même mois;

L'avis du sous-préfet d'Alais, du 5 avril ;

L'avis du directeur des contributions indirectes du département, du 12 avril ;

L'avis du préfet, du 16 dudit mois ;

L'avis du conseil général des mines, du 31 mai ;

La lettre de notre ministre des travaux publics, du 4 juillet suivant ;

Enfin l'article 38 de la loi du 21 avril 1840 ;

Sur le rapport de notre ministre secrétaire d'état des finances ;

Notre conseil d'état entendu ;

Nous avons ordonné et ordonnons ce qui suit :

Art. 1er. Il est fait remise à la compagnie propriétaire de la mine de houille de Comberedonde, département du Gard, de la redevance proportionnelle, pendant cinq années, à partir du 1er janvier 1844.

Art. 2. Notre ministre secrétaire d'état au département des finances est chargé de l'exécution de la présente ordonnance.

Ordonnance du 16 *juin* 1845, *portant que la dame veuve* Potoine *et* fils *sont autorisés à établir deux lavoirs à bras pour la préparation du minerai de fer, sur le cours de la fontaine du* Trou de Barbaise, *au lieu dit* Melliprè, *commune de* Montigny-sur-Vence (Ardennes).

Lavoirs à bras commune de Montigny-sur-Vence.

Ordonnance du 16 *juin* 1845, *portant que le sieur* Capitain *est autorisé à maintenir, transformer et augmenter l'usine de* Pont-Minard, *située sur la rivière du* Rognon, *dans les communes de* Forcey *et d'*Esnoureaux (Haute-Marne).

Usine à fer de Pont-Minard.

Cette usine demeure composée :

1° De deux fours à réchauffer le fer ;

2° De deux feux d'affinerie ;

3° D'un bocard à crasses ;

4° D'un train de cylindres étireurs et des autres ma-

Paris, le 28 janvier 1845.

Appareils à vapeur. — Poinçonnage des poids et leviers servant à charger les soupapes de sûreté.

Monsieur le préfet, l'article 23 de l'ordonnance royale du 22 mai 1843, relative aux machines et chaudières à vapeur, et l'article 30 de l'ordonnance du 23 mai, concernant les bateaux à vapeur, portent que les poids et leviers servant à charger les soupapes de sûreté recevront l'empreinte d'un poinçon.

Le mode à suivre pour l'exécution de cet article ayant paru présenter de l'incertitude dans la pratique, j'ai pensé qu'il serait utile de donner quelques explications à ce sujet.

Le poinçon dont il s'agit ici est le même que celui qui est destiné à timbrer les chaudières et autres pièces soumises à l'épreuve, et l'opération se fait de la même manière.

L'on vérifie d'abord si les soupapes ont le diamètre voulu, eu égard à la surface de chauffe de la chaudière et à la tension de la vapeur, et si leur charge est réglée convenablement, en procédant comme l'indique l'instruction du 23 juillet.

Puis l'on grave sur le poids le nombre qui exprime sa quotité en kilogrammes, et, sur le levier, le nombre qui énonce sa longueur en décimètres, et l'on applique le timbre à côté de chacun de ces nombres.

Il convient, pour distinguer chaque soupape, d'apposer deux empreintes sur les pièces de la première et une empreinte sur les pièces de la seconde.

L'on dresse ensuite procès-verbal de ces vérifications et poinçonnages, comme cela a lieu après l'épreuve.

Le modèle indiqué ci-contre indique les divers détails qui doivent être consignés dans ce procès-verbal.

Je vous prie de m'accuser réception de la présente circulaire, dont je transmets une ampliation à MM. les ingénieurs. J'en joins ici un autre exemplaire pour la commission de surveillance des bateaux à vapeur établie à. . . . .

Agréez, monsieur le préfet, l'assurance de ma considération la plus distinguée,

Le sous secrétaire d'État des travaux publics.

Signé LEGRAND.

DÉPARTEMENT
d

SERVICE SPÉCIAL
des
APPAREILS A VAPEUR.

PROCÈS-VERBAL

De vérification et poinçonnage des poids et leviers de la chaudière d

1° *Données.*

			Mètres.
Chaudière	Diamètre	. . . .	
	Longueur	. . . .	
Bouilleurs	Nombre	. . . .	
	Diamètre	. . . .	
	Longueur	. . . .	
			Mètres carrés.
Surface de chauffe		. . . .	
Numéro du timbre		. . . .	
			Centimètres.
Diamètre légal des soupapes		. . . .	
			Millimètres.
Largeur légale de la zone		. . . .	

2° *État des soupapes existantes.*

			Centimètres.
Première soupape.	Diamètre	. . . .	
			Millimètres.
	Largeur de la zone	. . . .	
	Mode de chargement	. . . .	
			Décimètres.
	Dimensions des bras du levier	. . . . .	
	Rapport des bras du levier	. . . .	
			Centimètres.
Seconde soupape.	Diamètre	. . . .	
			Millimètres.
	Largeur de la zone	. . . .	
	Mode de chargement	. . . .	
			Décimètres.
	Dimensions des bras du levier	. . . . .	
	Rapport des bras du levier	. . . .	

3° Charge totale des soupapes, déterminée par la formule

$$0,811 \times D^2 (n - 1).$$

		Kilogrammes.
Première soupape.	$0,811 \times (\quad)^2 \times$ = ...	
	Poids de la soupape.	
	Charge à ajouter.	
	Charge rapportée à l'extrémité du levier.	
	Poids du levier à l'extrémité où le poids est placé.	
	Poids à ajouter à l'extrémité du levier.	
Seconde soupape.	$0,811 \times (\quad)^2 \times$ = ...	
	Poids de la soupape.	
	Charge à ajouter.	
	Charge rapportée à l'extrémité du levier.	
	Poids du levier à l'extrémité où le poids est placé.	
	Poids à ajouter à l'extrémité du levier.	

L'ingénieur soussigné, après avoir vérifié l'exactitude des poids chargeant les soupapes, a apposé le poinçon de l'administration sur les poids et leviers de chacune d'elles, de la manière suivante, savoir :

Deux empreintes sur les pièces de la première;

Une empreinte sur les pièces de la deuxième.

A le 184 .

Paris, le 30 janvier 1845.

Cylindres sécheurs et autres récipients contenant de la vapeur.

Monsieur le préfet, on emploie dans l'industrie des appareils nombreux, de formes et de dimensions très-variées, qui sont chauffés par un courant de vapeur circulant dans leur intérieur.

On peut citer notamment les cylindres qui servent au séchage du papier, des étoffes; les chaudières à double fond employées par les teinturiers, les fabricants de sirops; les tables creuses, en fonte, sur lesquelles roulent les cylindres qui broyent le chocolat; les roues à peigner la laine à la mécanique, etc.

Souvent, dans ces appareils, la température doit être portée à un degré assez élevé; la vapeur peut y acquérir une tension supérieure à la pression atmosphérique. Souvent aussi ils contiennent une certaine quantité d'eau chaude provenant de la condensation de la vapeur, et qui, en cas de rupture de l'enveloppe, augmentant les effets de projection, rendrait le danger plus grand.

Plusieurs accidents de ce genre sont déjà arrivés. Ainsi, il y a quelque temps, dans une papeterie du département de Seine-et-Marne, un cylindre sécheur a fait explosion; l'un des plateaux qui le terminaient s'est rompu sous la pression de la vapeur : un ouvrier a péri, un autre a été grièvement blessé. Un événement semblable a eu lieu récemment encore dans une fabrique de tissus du département de la Seine. Dans ce dernier établissement, la vapeur était amenée au cylindre par un tuyau creux débouchant dans l'axe et s'écoulait par un autre tuyau débouchant de la même manière, à l'extrémité opposée du cylindre. La paroi cylindrique était en cuivre étamé de quatre millimètres d'épaisseur seulement, et se trouvait, en raison de la grandeur du diamètre, incapable de supporter une pression un peu considérable. Cette pression ne dépassait guère habituellement une atmosphère, mais l'admission et l'émission de la vapeur étaient réglées par des robinets laissés à la disposition de l'ouvrier qui conduisait le mécanisme, et il suffisait que l'on eût fermé ou trop *étranglé* le tuyau d'émission pour que la tension de la vapeur devînt presque égale à celle de l'intérieur de la chaudière, et pour que le cylindre se rompît.

Tous ces appareils, tous les récipients de vapeur, clos ou susceptibles d'être fermés, et mis, soit à demeure, soit temporairement, en communication avec des chaudières, doivent, comme ces chaudières mêmes, être assujettis à la surveillance administrative et au régime des permissions prescrits par l'ordonnance du 22 mai 1843, laquelle comprend les divers appareils à vapeur en général.

Il appartient aux préfets, par application de l'article 67 de l'ordonnance, d'imposer dans l'arrêté d'autorisation, après avoir consulté les ingénieurs, les conditions de sûreté qui seront reconnues nécessaires dans chaque espèce.

On conçoit que ces conditions doivent varier suivant la forme, la capacité desdits appareils, selon la manière dont la vapeur y est admise et évacuée. Ainsi, ceux où l'eau produite par la condensation de la vapeur revient à la chaudière devront être soumis à l'épreuve et au timbre, eu égard à la pression qu'ils seront appelés à supporter. D'autres, où les tuyaux d'admission de vapeur sont pourvus de robinets qui se ferment à volonté, devront en outre être munis de soupapes de sûreté adaptées sur l'un des tuyaux d'admission ou d'émission, et chargées d'un poids déterminé. Dans certains cas, les fonds plats devront être renforcés par des nervures, etc. Quelquefois, enfin, il pourra se faire qu'aucune mesure particulière ne soit à prescrire : lorsque, par exemple, les choses seront disposées de telle sorte que la vapeur s'échappe librement dans l'atmosphère, sans que son émission puisse jamais être interceptée totalement ou partiellement. Mais une autorisation devra toujours être exigée, afin que l'on soit à même de constater, avant la mise en activité de l'appareil, son mode de construction, et de pourvoir aux dangers qu'il pourrait présenter.

La demande devra indiquer la forme, les dimensions de l'appareil, l'usage auquel il sera destiné. On l'instruira conformément aux dispositions de la section 1[re] du titre II de l'ordonnance du 22 mai 1843. Les ingénieurs proposeront, d'après le résultat de leur visite, les conditions sous lesquelles la permission leur paraîtra pouvoir être accordée; puis il sera statué comme il est dit en l'article 67 de l'ordonnance.

Je vous invite, monsieur le préfet, à prendre un arrêté réglementaire qui rappelle les dispositions précédentes, et à lui donner toute la publicité possible, soit par des affiches, soit par l'insertion dans le recueil de vos actes administratifs, soit par l'un et l'autre de ces deux moyens.

Je vous prie aussi de m'accuser réception de la présente circulaire, dont j'adresse ampliation à MM. les ingénieurs.

Agréez, monsieur le préfet, l'assurance de ma considération la plus distinguée.

Le sous-secrétaire d'État des travaux publics,

Signé LEGRAND.

Calorifères à eau.

Monsieur le préfet, on emploie quelquefois maintenant, pour le chauffage et la ventilation des édifices ou des habitations particulières, une espèce de calorifère à eau dont l'usage exige certaines précautions pour éviter les accidents.

L'appareil, envisagé dans ce qu'il a d'essentiel, présente les dispositions suivantes :

Une chaudière remplie d'eau, et qui reçoit la chaleur d'un foyer ordinaire, est située dans les caves de l'édifice ou dans l'une des pièces de l'habitation que l'on veut chauffer ou ventiler.

Cette chaudière communique par un tuyau ascendant avec un réservoir également rempli d'eau, construit dans un des étages supérieurs ou dans les combles du bâtiment. Du fond du réservoir partent plusieurs autres tuyaux qui se ramifient dans les salles qui doivent être chauffées, et fournissent l'eau à des cylindres que l'on y a placés et qui font l'office de poêles ou de cheminées. Ces tuyaux se réunissent de nouveau, dans la partie inférieure du trajet, en un tuyau de retour qui ramène l'eau dans la partie la plus basse de la chaudière.

Ainsi, quand le système fonctionne, il s'établit un courant continu : l'eau s'élève de la chaudière dans le tuyau ascensionnel par l'effet de la diminution survenue dans son poids spécifique sous l'influence du calorique ; elle

circule dans les canaux qui lui sont offerts, y dépose sa chaleur, et revient ensuite à son point de départ pour s'échauffer et circuler de nouveau.

Le réservoir supérieur est muni d'une soupape chargée d'un poids. La tension de la vapeur d'eau dans ce réservoir peut dès lors atteindre le nombre d'atmosphères représenté par ce poids, plus la pression atmosphérique, et sa température acquiert le nombre de degrés correspondant à cette tension.

Quant à la pression dans l'intérieur des tuyaux, des poêles et de la chaudière, on conçoit qu'elle varie selon la position de ces parties de l'appareil. Elle est égale, pour chacune d'elles, à la pression dans le réservoir, augmentée du poids de la colonne d'eau qui a pour hauteur la distance comprise entre ce réservoir et le point que l'on considère. Cette pression est à son maximum dans la chaudière, puis elle décroît jusqu'au réservoir.

A l'égard de la température dans les poêles et tuyaux de descente, elle est inférieure à celle de l'eau du réservoir, et d'autant plus basse que ces parties se trouvent à des étages plus éloignés du réservoir. Elle est au contraire, dans la chaudière et dans la colonne ascendante, supérieure au degré de l'eau du réservoir.

Ces appareils pourraient occasionner de très-fâcheux accidents s'ils étaient mal exécutés.

La rupture d'un poêle, d'un des tuyaux, ou seulement une fuite qui viendrait à se déclarer, présenterait de graves dangers pour les personnes qui se trouveraient dans les salles où cette rupture aurait lieu et où se répandrait toute l'eau contenue dans le réservoir supérieur et dans les parties situées entre ce réservoir et le point de rupture.

La chaudière pourrait aussi se déchirer sous la pression qu'elle supporte, et qui dépend de la hauteur où est placé le réservoir et de l'activité du feu.

Il pourrait même y avoir explosion dans le cas où le tuyau qui met la chaudière en communication avec le réservoir serait obstrué par quelque cause accidentelle.

Enfin le foyer de la chaudière, lorsqu'il s'agit d'un appareil de grandes dimensions, consommant une quantité notable de combustible, peut incommoder les voisins par la fumée.

Ces systèmes de calorifères sont donc semblables, sous

ces divers rapports, à une chaudière à vapeur fermée, dont les ramifications s'étendraient dans les différents points où sont placés les tuyaux de conduite.

Ils rentrent, en conséquence, dans les dispositions de l'ordonnance royale du 22 mai 1843, relative aux chaudières et machines à vapeur, et il y a lieu de leur appliquer l'article 67, lequel a prévu le cas où, en raison du mode de construction de certains appareils, des conditions spéciales seraient à prescrire.

Il importe qu'on ne les établisse pas sans une autorisation donnée suivant les formes indiquées au titre II de ladite ordonnance;

Que le réservoir supérieur soit toujours muni de soupapes de sûreté;

Que toutes les parties de l'appareil soient soumises à une pression d'épreuve triple de la pression effective maximum qu'elles auront à supporter; cette dernière pression étant celle qui correspond à la charge des soupapes du réservoir supérieur, augmentée d'autant d'atmosphères qu'il y a de fois 10 mètres de distance verticale jusqu'à ce réservoir.

L'épreuve devra être faite sur place, après la pose et avant que les pièces du calorifère soient masquées par les parquets, boiseries ou murs du bâtiment. Elle pourra être opérée par parties successives ou sur l'ensemble, mais toujours de manière à ce que les joints des tuyaux aient été soumis à la pression d'épreuve.

Les dimensions des soupapes de sûreté seront fixées dans chaque cas par le préfet, sur le rapport des ingénieurs.

Il en sera de même des conditions du local de la chaudière.

MM. les ingénieurs s'assureront, lors de la pose de l'appareil, si l'on a pris toutes les précautions propres à éviter les ruptures ou les fuites qui pourraient être occasionnées par des variations de température, et si les joints sont disposés de manière à résister à une longue durée et à présenter une imperméabilité complète.

L'emploi de la fonte pouvant augmenter beaucoup les chances de rupture et d'accidents, l'usage de ce métal devra en général être ici interdit.

L'acte d'autorisation imposera, d'ailleurs, les diverses obligations qui sont reconnues devoir être exigées selon chaque espèce.

Je vous invite, monsieur le préfet, à prendre un arrêté réglementaire rappelant les dispositions qui précèdent, et à lui donner toute la publicité nécessaire, soit par des affiches, soit par l'insertion dans le recueil des actes administratifs de votre département, soit par ces deux moyens à la fois.

Je vous prie aussi de m'adresser, conformément à l'article 67 précité de l'ordonnance, une expédition des permis par lesquels vous autoriserez l'établissement de ces calorifères.

Veuillez m'accuser réception de la présente circulaire, dont je transmets une ampliation à MM. les ingénieurs.

Recevez, Monsieur le préfet, l'assurance de ma considération la plus distinguée.

Le sous-secrétaire d'État des travaux publics,
Signé LEGRAND.

Paris, le 5 avril 1845.

Appareils à vapeur. — États statistiques de 1844.

Monsieur le préfet, j'ai l'honneur de vous transmettre, en double exemplaire, les tableaux n° 1 et n° 2 destinés à recevoir les documents statistiques concernant les machines et chaudières à vapeur employées en 1844 dans les établissements industriels.

Il conviendra d'y inscrire aussi les appareils dont il est fait mention dans les circulaires des 30 janvier et 11 février derniers, s'il en existe dans votre département; ces appareils devant également être soumis au régime des permissions et à la surveillance des ingénieurs.

Je vous prie de me renvoyer le plus tôt possible l'un des exemplaires de ces tableaux. L'autre devra être conservé comme minute.

Recevez, monsieur le préfet, l'assurance de ma considération la plus distinguée.

Le sous-secrétaire d'État des travaux publics,
Signé LEGRAND.

Paris, le 7 avril 1845.

Machines locomotives. — États statistiques de 1844.

Monsieur le préfet, j'ai l'honneur de vous adresser, en double exemplaire, dont l'un devra être conservé comme minute, les tableaux n° 1 et n° 2, sur lesquels devront être portés, pour l'année 1844, les documents statistiques

relatifs aux machines à vapeur locomotives employées sur les chemins de fer.

Une addition a été faite à la colonne n° 7 du premier de ces tableaux. Elle a pour objet de distinguer la surface de chauffe de la boîte à feu d'avec la surface des tubes.

Ces deux éléments ne contribuent pas dans le même rapport à la production de la vapeur. Il convient en conséquence de les indiquer séparément.

Pour avoir, en outre, des observations comparables, il est nécessaire que la surface de chauffe de la boîte à feu soit calculée d'une manière uniforme. Dans les cas ordinaires, cette surface peut être considérée comme égale, en négligeant l'étendue de la porte du foyer, aux cinq faces d'un parallélipipède rectangle ayant pour hauteur la distance de la grille au dôme de la boîte à feu, et, pour dimensions horizontales, celles du dessus de la boîte. La surface ainsi calculée est, dans les machines les plus récentes, un douzième à un quinzième de la surface totale.

On devra, du reste, continuer à régler les diamètres des soupapes de sûreté des chaudières de locomotives conformément à la formule $D=2,6\sqrt{\frac{S}{n-0,412}}$ donnée dans l'instruction du 22 juillet 1843.

Les dimensions que les meilleurs constructeurs ont généralement adoptées pour les soupapes de ces chaudières sont égales ou même supérieures à celles qui résulteraient de l'application de ladite formule, dans laquelle on prendrait pour base du calcul la surface de chauffe totale sans distinguer la surface des tubes de celle de la boîte à feu, et l'expérience démontre que ces dimensions sont suffisantes et convenables.

Je joins ici deux autres tableaux destinés à recevoir les détails concernant les machines à vapeur fixes qui existeraient dans quelques-unes des stations du chemin de fer.

Je vous prie de me transmettre le plus tôt possible les états qui auront été dressés.

Recevez, monsieur le préfet, l'assurance de ma considération la plus distinguée.

Le sous-secrétaire d'État des travaux publics,

Signé LEGRAND.

Minières de fer.

Paris, le 17 avril 1845.

Monsieur le préfet, les articles 57 et 58 de la loi du 21 avril 1810 portent que l'exploitation des minières est assujettie à des règles spéciales, qu'elle ne peut avoir lieu sans des permissions qui déterminent les limites des extractions et les conditions qu'exigent la sûreté et la salubrité publiques.

Ces prescriptions sont fort importantes pour assurer le bon aménagement des gîtes et prévenir les accidents qui peuvent arriver quand les travaux ne sont pas conduits avec les soins nécessaires.

Il a été fait dernièrement, pour les minières de fer du département du Cher, un règlement dont les dispositions principales pourraient aussi trouver utilement leur application dans d'autres départements, et qu'au besoin il serait facile, avec quelques modifications, d'approprier entièrement aux diverses circonstances locales. Il est imprimé ci-après (1).

Les parties de ce règlement qui concernent les formalités à remplir par les exploitants, lorsqu'il s'agit d'un propriétaire du sol qui veut extraire sur son terrain, ou lorsque des maîtres de forges demandent, à défaut du propriétaire, à opérer les travaux; celles qui ont pour objet l'exercice de la surveillance administrative et la répression des contraventions, ne sont que l'exécution des lois et règlements généraux de la matière.

Il en est de même des distances à observer pour les extractions aux abords des chemins et des habitations, et qui sont également prescrites pour les carrières et tourbières, conformément aux lois de voirie et de police.

Quant aux règles pour la direction des travaux, on conçoit qu'elles peuvent varier suivant les localités. Les minerais de fer présentent une assez grande diversité de gisement; mais, de quelque manière et dans quelques circonstances que l'exploitation s'opère, il y a toujours des conditions essentielles à observer pour bien aménager le gîte, éviter les pertes de minerais, donner aux ateliers toute la solidité que peut requérir la constitution du terrain, faciliter l'écoulement des eaux et le remblai du sol.

---

(1) Voir tome V des *Annales des mines*, 4e série, page 713.

Je vous invite, monsieur le préfet, à examiner s'il y aurait lieu de rendre ce règlement applicable dans votre département, ou d'y établir un règlement analogue. Vous m'adresseriez, dans l'affirmative, vos propositions à ce sujet, avec les rapports des ingénieurs des mines. La conservation des minières intéresse à un haut degré l'industrie du fer. Il est très-désirable d'assurer dans ces travaux l'ordre et la régularité, qui n'importent pas moins aux exploitants eux-mêmes qu'à l'intérêt public.

Je vous prie de m'accuser réception de la présente, dont je transmets une ampliation à MM. les ingénieurs.

Recevez, monsieur le préfet, l'assurance de ma considération la plus distinguée.

Le sous-secrétaire d'État des travaux publics,

Signé LEGRAND.

Paris, le 14 juin 1845.

Documents statistiques à réunir pour l'année 1844.

Monsieur, j'ai l'honneur de vous adresser les six états destinés à recevoir les documents statistiques relatifs aux mines et aux usines minéralurgiques pour l'année 1844.

Les états n[os] 1 et 6 sont entièrement conformes à ceux de l'année précédente.

Les modifications apportées aux autres états porteront seulement sur les points suivants.

Sur les états 2 et 3, on considérera à l'avenir comme entièrement distinctes les industries qui ont pour objet de fabriquer la verge ronde ou crénelée et celles qui ont pour objet de la convertir en fil de fer.

On aura soin de ne pas confondre dans la fabrication du petit fer la fabrication de la verge ronde de $0^m,009$ de diamètre et au-dessous; les renseignements relatifs à cette fabrication devront être donnés dans un article spécial, ainsi que cela est indiqué sur les états 3 et 4. On indiquera, aussi exactement qu'il sera possible, la destination de ceux de ces produits qui sont ultérieurement élaborés par les tréfileries du département ou des départements voisins.

Chaque année, les distinctions relatives à la nature du combustible employé par les ateliers qui élaborent le gros fer deviennent moins importantes: il a donc semblé que l'on pouvait simplifier, sous ce rapport, le cadre adopté

jusqu'à ce jour; les distinctions à établir ne seront dorénavant fondées que sur la nature des moyens mécaniques employés pour l'élaboration. La distinction relative à la nature du combustible employé se trouvera suffisamment indiquée par la mention qui en est faite dans les colonnes 16 à 23.

En ce qui concerne la fabrication des tôles, industrie dont l'importance augmente chaque année suivant une progression rapide, on présentera en trois articles séparés les renseignements relatifs à la fabrication des tôles *fines*, *moyennes* et *grosses*.

L'administration, dans plusieurs circonstances, a regretté de ne point avoir sur les mines métalliques des renseignements complets; l'état n° 5 n'a jusqu'ici donné à cet égard que des notions insuffisantes, et l'on n'a pu en tirer qu'un faible parti pour rédiger le travail publié dans le Résumé des travaux statistiques de l'administration des mines en 1844, chapitre III, 1re section. On a été obligé de recourir en général à des documents administratifs dont la date est fort ancienne, et qui, sous beaucoup de rapports, sont tout à fait insuffisants aujourd'hui.

Il importe que MM. les ingénieurs vérifient l'exactitude des détails insérés dans ce travail; qu'ils les complètent au moyen des observations qu'ils ont été dans le cas de faire personnellement dans leurs tournées, et en coordonnant toutes les indications qu'ils peuvent trouver sur les lieux, dans la tradition ou dans des documents écrits.

Quels que soient, au reste, les documents produits à une époque antérieure, MM. les ingénieurs devront consigner sur l'état n° 5, pour chaque gîte ou indice notable de gîte métallifère, les renseignements qui sont explicitement demandés sur cet état. Ils devront aussi mentionner les ouvrages ou mémoires qui ont spécialement pour objet la description détaillée de certains gîtes métallifères.

Le plan suivi dans le travail ci-dessus rappelé leur indique assez quelle est la nature des renseignements que l'administration attend d'eux.

Je remarquais dans la circulaire du 20 mars 1844 que les états rédigés jusqu'à présent ont présenté quelques incertitudes en ce qui concerne la fabrication de divers produits qui, dans beaucoup d'usines, n'ont pas de valeur

marchande : telles sont certaines fontes d'affinage, les fontes mazées, les massiaux bruts de fer forgé, les fers en barres qui sont élaborés en totalité sur le lieu de production, etc. Les prix fictifs attribués à ces produits ne sont pas toujours proportionnés aux frais de fabrication. Ainsi, il arrive parfois qu'en calculant tous les frais d'après les éléments disséminés dans les diverses parties de l'état, on trouve une valeur égale ou supérieure aux prix attribués au produit. Il arrive quelquefois aussi que, par suite d'erreurs dans la transcription des chiffres, ou même dans l'évaluation de la quantité ou de la valeur des matières consommées, ces mêmes inexactitudes se font remarquer dans les résultats relatifs à la fabrication des produits marchands.

Ces erreurs auraient été aisément reconnues, et par conséquent évitées, si les éléments de dépenses qui concourent à former le prix de vente, au lieu d'être disséminés dans les diverses parties de l'état, avaient été groupés ensemble et rapprochés de l'énonciation du prix de vente. C'est dans ce but qu'ont été disposées les colonnes 29 à 39. Je recommande de nouveau, et particulièrement, à MM. les ingénieurs de faire pour chaque usine et pour chaque produit les vérifications qu'indique le rapprochement des éléments du prix de vente.

Je leur renouvelle aussi la recommandation de suivre, pour l'énumération des usines de l'état n° 3, l'ordre indiqué par leur situation hydrographique. Il importe, pour établir entre tous les départements une uniformité qui n'a point existé jusqu'à ce jour, que MM. les ingénieurs donnent une attention particulière aux observations détaillées placées en tête de cet état.

Le travail qui fait l'objet de la présente devra m'être parvenu pour le 15 octobre au plus tard.

MM. les ingénieurs ordinaires auront soin de signer leurs états, et conformément aux règles établies, ils me les transmettront par l'intermédiaire de MM. les ingénieurs en chef, qui y joindront leurs observations.

Recevez, Monsieur, l'assurance de ma considération distinguée.

Le sous-secrétaire d'État des travaux publics,

Signé LEGRAND.

Nomenclature et classement des usines minéralurgiques.

Paris, le 19 juin 1845.

Monsieur le préfet, le classement des usines minéralurgiques, considérées sous le rapport des règlements qui leur sont applicables, a souvent donné lieu à des incertitudes et à des difficultés. Il en est résulté, dans l'instruction des demandes relatives à l'établissement de ces usines, des retards ou des complications qu'il importe d'éviter à l'avenir.

J'ai pensé que, pour assurer partout une marche uniforme et régulière, il était indispensable de dresser une nomenclature désignant nominativement toutes les usines minéralurgiques qui sont régies soit par la loi du 21 avril 1810, soit par le décret du 15 octobre 1810 et par l'ordonnance royale du 14 janvier 1815, sur les ateliers insalubres, incommodes ou dangereux, soit à la fois par ladite loi et par lesdits décret et ordonnance, et indiquant en outre les règlements qui sont applicables à ces usines, selon que la force motrice dont elles ont besoin leur est fournie par un cours d'eau ou par une machine à vapeur.

Je joins ici cette nomenclature, qui a été rédigée par le conseil général des mines, et que j'ai adoptée après l'avoir communiquée à M. le ministre de l'agriculture et du commerce, qui a pensé comme moi qu'elle serait d'une grande utilité pour l'instruction des affaires de cette espèce, sauf à examiner plus tard, quand on s'occupera d'une nouvelle ordonnance sur la classification des divers établissements insalubres ou incommodes, s'il y aurait lieu d'apporter quelques modifications au tableau ci-annexé.

Je crois devoir entrer ici dans quelques développements sur les motifs du classement, tel qu'il résulte de ce tableau.

Les usines minéralurgiques qui ne peuvent être établies qu'en vertu d'une ordonnance royale accordée après l'accomplissement des formalités prescrites par la loi du 21 avril 1810 sont, aux termes de l'article 73 de cette loi : 1° *Les fourneaux à fondre le minerai de fer et autres substances métalliques*; 2° *les forges et martinets pour ouvrer le fer et le cuivre*; 3° *les usines servant de patouillet et bocards*; 4° *les usines pour le traitement des substances salines*

et pyriteuses dans lesquelles on consomme des combustibles.

On doit évidemment ranger dans la première de ces classifications toutes les usines dans lesquelles on retire les métaux de leurs minerais à l'état de métal proprement dit, ou à l'état de combinaison avec une autre substance. Telles sont les usines qui renferment les hauts-fourneaux et les foyers où l'on traite directement les minerais de fer pour en obtenir la fonte, le fer et l'acier, ainsi que les usines renfermant les fours, fourneaux et appareils au moyen desquels on retire de leurs minerais le cuivre, le plomb, le zinc, l'antimoine, l'arsenic, le cobalt et le nickel, à l'état de métal, d'oxyde ou de sulfure; mais on irait au delà des intentions de la loi si l'on plaçait dans cette classe les fours et fourneaux dans lesquels on fait subir une seconde fusion aux métaux ou aux substances métalliques provenant du traitement des minerais pour les allier ensemble, ou pour leur donner, par le moulage, les formes que réclament les besoins du commerce, cette nouvelle fusion étant une opération secondaire qui ne change pas la nature des produits. On ne doit pas non plus y comprendre les usines où l'on fabrique le laiton, en fondant ensemble le cuivre et un minerai de zinc, attendu que le résultat de l'opération est un alliage que l'on obtient également par la seconde fusion du cuivre et du zinc à l'état métallique.

Par la dénomination de *forges et martinets*, le législateur n'a pas eu seulement en vue les forges proprement dites, dans lesquelles on convertit la fonte en fer ou en acier, et qui très-anciennement ont pu, dans quelques localités, être désignées sous le nom de *martinets*; il a encore entendu les usines qui étaient généralement connues à l'époque de la promulgation de la loi du 21 avril 1810 sous le nom de *martinets*, comme elles le sont aujourd'hui, et où l'on donne des formes marchandes à du fer en grosses barres qui n'a point cours encore dans le commerce ordinaire des fers, n'étant ni paré, ni parfaitement calibré. On ne saurait voir aucune synonymie dans les termes de *forges* et *martinets*, énoncés en l'article 73 de la loi. Ils y sont, en effet, considérés distinctement, ainsi que ces expressions mêmes l'indiquent, et non point indifféremment l'un pour l'autre. D'ailleurs, on y met sur la même ligne les martinets à ouvrer le fer et les marti-

nets pour ouvrer le cuivre, lesquels sont de très-petites usines, où l'on transforme le cuivre brut en produits marchands présentant les formes requises par le commerce, de même que, dans les martinets pour le fer, on donne à ce métal certaines formes qui le rendent propre à des transformations ultérieures. D'un autre côté, l'ensemble des dispositions de la section IV du titre VII de la loi indique suffisamment que, par la dénomination de *martinets pour ouvrer le fer et le cuivre*, le législateur a voulu désigner les usines qui, destinées à donner au fer et au cuivre les formes premières dont ils ont besoin pour devenir des substances généralement commerçables, sont d'un ordre inférieur aux usines où s'obtiennent ces deux métaux, et qui cependant ont une certaine importance, tant par la quantité du combustible qu'elles consomment que par la force motrice dont elles font usage.

On ne doit pas comprendre parmi les forges et martinets les établissements dans lesquels le fer et le cuivre, déjà à l'état de produits marchands, reçoivent, au moyen d'élaborations secondaires, les formes distinctives qui les rendent propres à différents usages. Si l'on posait en principe que la loi du 21 avril 1810 doit atteindre tous les établissements dans lesquels le fer et le cuivre sont façonnés et transformés de diverses manières, on serait conduit à appliquer les formalités voulues par la loi à une foule de petits ateliers qui sont évidemment en dehors de ses prescriptions.

Des observations générales qui précèdent, il résulte : 1° que la loi est applicable à tous les fours, foyers ou feux au moyen desquels le fer, l'acier et le cuivre, à l'état de produits épurés, mais non encore susceptibles, par leurs formes, d'être versés dans le commerce ordinaire, sont transformés en produits commerçables avec le secours des marteaux, des martinets, des cylindres, des laminoirs ou des fenderies; qu'elle s'applique aussi aux forges dans lesquelles on traite les riblons, soit parce que le travail de ces usines n'a pas pour objet l'élaboration d'un produit déjà ouvré, mais bien une fabrication du fer avec des morceaux de vieux fer ou des rognures de tôle, matières plus ou moins oxydées, qu'on se procure comme un minerai par la voie du commerce; soit parce que les riblons sont souvent accompagnés de morceaux de vieilles fontes, soit encore parce que ces sortes d'usines ont de l'analogie,

par la quantité du combustible qu'elles consomment et par la force motrice qu'elles emploient, avec les petites forges qui, dans plusieurs départements, servent pour l'affinage de la fonte; 2° qu'elle n'est pas applicable aux usines où l'on fabrique l'acier de cémentation et l'acier fondu, lorsque ces établissements sont isolés des appareils de corroyage et d'étirage au moyen desquels on fait subir à l'acier poule et à l'acier de fusion brut des transformations semblables à celles que le fer reçoit sous le martinet, les usines dont il s'agit consommant peu de combustible et pouvant être tenues en activité sans force motrice; aux taillanderies, aux fabriques de faux, de scies, de limes, de clous et de vis; aux ferblanteries, aux tréfileries, où l'étirage des fils de fer, d'acier et de cuivre a lieu à froid; aux manufactures d'armes; aux ateliers de casserie, de grosse serrurerie, de quincaillerie et de coutellerie, aux ateliers de construction de machines à vapeur, ni en général aux ateliers consommant peu de combustible, où le fer, l'acier et le cuivre, déjà ouvrés, sont transformés par les opérations secondaires en d'autres produits marchands.

Le fer et le cuivre étant les seuls métaux mentionnés dans l'article 73 de la loi de 1810, en ce qui concerne les élaborations qu'ils peuvent recevoir à l'aide des martinets ou d'autres appareils de compression, les usines dans lesquelles on ouvre le plomb, le zinc, l'étain et d'autres métaux ne doivent pas être régies par cette loi.

On doit entendre par *usines servant de patouillets et bocards* (article 73 de la loi de 1810), les ateliers de lavage des minerais de fer et des autres minerais, et ceux destinés à pulvériser les minerais, les laitiers et scories. Quant aux lavoirs à cheval et à bras, bien qu'ils ne soient pas explicitement désignés dans l'article 73 de la loi de 1810, et qu'il n'y ait point lieu d'appliquer, en ce qui les concerne, la taxe fixe imposée par l'article 75, ils n'en doivent pas moins être l'objet d'ordonnances royales, attendu qu'il y a un règlement d'eau à prescrire. Il est indispensable, d'ailleurs, que l'administration intervienne pour régler les dispostions relatives à la clarification des eaux bourbeuses provenant du lavage des minerais; dispositions qui importent si essentiellement aux propriétés riveraines. La seule exception à la règle générale en matière de lavoirs s'applique aux *lavoirs portatifs*, toutes les

fois que ces ateliers, établis dans les excavations d'où le minerai est tiré ou dans les dépressions naturelles du sol, sont alimentés uniquement par les eaux pluviales, ne sont traversés ni arrosés par aucun cours d'eau, et se trouvent dans des terrains appartenant aux extracteurs de minerais. Dans de telles circonstances, il n'est pas besoin d'autorisation.

Les usines destinées au traitement des substances salines et pyriteuses comprennent les établissements où l'on fabrique les sulfates de fer, de cuivre, d'alumine et d'alun avec les substances minérales, pyriteuses, vitrioliques, alumineuses ou alunifères, ainsi que ceux qui servent à l'élaboration du sel gemme et au traitement des eaux salées; mais, à l'égard de ces derniers, ils sont maintenant soumis à une législation spéciale (loi du 17 juin 1840, ordonnance du 7 mars 1841). Ils n'en doivent pas moins figurer dans la nomenclature et le classement des usines minéralurgiques.

A l'exception des bocards et des patouillets, les usines régies par la loi du 21 avril 1810 sont plus ou moins sujettes aux dangers du feu ou aux inconvénients de la fumée, puisque toutes renferment des fourneaux, des fours, des foyers ou feux. Celles où il existe des marteaux ou des bocards peuvent être incommodes par le bruit qu'elles produisent. Plusieurs de ces usines donnent lieu à des vapeurs dangereuses pour la santé ou nuisibles à la végétation : telles sont celles où l'on traite des minerais contenant du soufre ou de l'arsenic. Les considérations qui ont motivé les classifications adoptées pour les ateliers et etablissements incommodes, insalubres ou dangereux, s'appliquaient donc, les patouillets exceptés, à toutes les usines minéralurgiques, et l'on a dû, à l'égard de celles qui n'étaient pas encore comprises dans ces classifications, adopter le classement qui était indiqué par l'analogie.

En ce qui concerne les formalités applicables aux usines qui sont régies à la fois par la loi du 21 avril 1810 et par les décret et ordonnances sur les établissements insalubres, incommodes ou dangereux, l'instruction administrative prescrite par ladite loi a pour objet la protection des intérêts qui se rattachent aux approvisionnements en minerais, à la consommation du combustible et à l'usage des eaux, et les formalités prescrites par décret du 15 octobre

1810 et par l'ordonnance réglementaire du 14 janvier 1815 se rapportent aux garanties contre le danger du feu, les inconvénients de la fumée ou du bruit et l'insalubrité des vapeurs produites. Ces dernières formalités comprennent des affiches qui seraient superflues, puisqu'aux termes de l'article 74 de la loi précitée, la demande en permission doit être affichée, pendant quatre mois consécutifs, dans le chef-lieu du département, dans celui de l'arrondissement, dans la commune où doit se trouver l'usine projetée et dans le lieu du domicile du demandeur. Il convient seulement que les conseils de préfecture soient consultés sur les oppositions qui s'élèveraient sous le rapport des dangers du feu ou des autres inconvénients de l'établissement, ces conseils étant formellement désignés dans l'article 4 de l'ordonnance du 11 janvier 1815, et les tiers ne pouvant être privés d'une garantie que la législation leur assure. D'ailleurs les préfets, qui sont appelés à donner leur avis sur l'ensemble de chaque affaire, doivent, après avoir reçu les avis des ingénieurs, énoncer dans celui qu'ils ont à émettre les conditions qui leur paraissent nécessaires, eu égard aux oppositions qui se sont produites.

En ce qui concerne les usines minéralurgiques régies uniquement par les décret et ordonnances sur les ateliers insalubres, incommodes ou dangereux, et qui se trouveraient annexées à d'autres usines auxquelles les formalités de la loi du 21 avril 1810 seraient applicables, l'instruction administrative relative à celles-ci dispense pour celles-là de l'exécution des formalités voulues par les règlements sur lesdits ateliers, sauf toujours l'avis du conseil de préfecture sur les oppositions que la crainte des dangers, de l'incommodité ou de l'insalubrité aurait fait naître.

Quand des usines minéralurgiques doivent être mises en mouvement par un cours d'eau, une ordonnance royale est toujours nécessaire pour leur établissement, lors même qu'elles appartiennent à la deuxième ou à la troisième classe des ateliers dangereux, insalubres ou incommodes, et que l'avis des ingénieurs des mines n'est point exigé : on continuera à suivre à cet égard la marche adoptée, et à transmettre ces sortes d'affaires au ministre des travaux publics, pour qu'il y soit donné la suite convenable.

Les formalités à remplir relativement au régime hy-

draulique sont celles qu'indiquent l'arrêté du 19 ventôse an VI (9 mars 1798), l'instruction ministérielle du 19 thermidor, même année (6 août 1798), et la circulaire du 16 novembre 1834. La publicité prescrite par la loi du 21 avril 1810, pour celles de ces usines qu'elle régit, rend d'ailleurs inutiles les publications et affiches, pendant vingt jours, exigées par l'instruction du 19 thermidor an VI.

Enfin, dans tous les cas où les usines minéralurgiques empruntent à des machines à vapeur leur force motrice, ces machines ne peuvent être établies qu'en vertu d'une autorisation spéciale accordée après l'accomplissement des formalités prescrites par l'ordonnance réglementaire du 22 mai 1843. L'autorisation, ainsi que l'avait déjà recommandé la circulaire du 16 mai 1839, doit être jointe au dossier de la demande en permission de l'usine à laquelle la machine à vapeur est destinée. Et il demeure bien entendu que celle-ci ne peut être mise en mouvement que lorsque l'usine elle-même est autorisée.

Telles sont, Monsieur le Préfet, les considérations qui ont motivé les classifications adoptées pour les usines minéralurgiques. Au moyen de ces explications et de la nomenclature ci-jointe, il vous sera facile de juger de la marche à suivre dans chaque circonstance.

L'administration a voulu ici, comme en toute occasion, simplifier autant que possible l'expédition des affaires. C'est un résultat auquel doivent tendre constamment nos communs efforts.

Je vous prie de m'accuser réception de cette circulaire, dont je transmets une ampliation à MM. les ingénieurs.

Agréez, Monsieur le Préfet, l'assurance de ma considération la plus distinguée.

Le ministre secrétaire d'État des travaux publics,

Signé S. DUMON.

MINISTÈRE DES TRAVAUX PUBLICS.

DIVISION
DES MINES.

—

2e BUREAU.

Circulaire
du 19 juin 1845.

NOMENCLATURE

ET

CLASSEMENT

DES USINES MINÉRALURGIQUES.

(1) On n'a pas fait mention de la force motrice produite par les animaux, attendu que l'emploi de n'est soumis à l'accomplissement d'aucune formalité spéciale.

(2) Lorsque le moteur d'une usine régie par la loi du 21 avril 1810 est un cours d'eau, la publicité par ladite loi supplée aux affiches et publications pendant vingt jours exigées par l'instruction du 19 thermidor an VI.

(3) Dans une usine quelconque, régie ou non par la loi du 21 avril 1810, une machine à vapeur être établie qu'en vertu d'une autorisation spéciale.

DÉSIGNATION de L'USINE.	MATIÈRES à ÉLABORER.	PRODUITS.	MOTEUR EMPLOYÉ (1). Cours d'eau. (2)	MOTEUR EMPLOYÉ (1). Machines à vapeur (3)	QUI I à rais des app de l'us
		PRE			
I	USINES RÉGIES À LA FOIS PAR LA LOI DU 21 MAI ET PAR LES				
HAUTS-FOURNEAUX. . .	Minerais de fer. . .	Fonte pour affinage ou pour moulage de 1re fusion.	Cours d'eau.	Machine à vapeur.	Loi du 21 av décret du 1810, ord du 14 janv
FOYERS CATALANS ET CORSES.	*Idem.*	Fer, acier.	*Idem.*	*Idem.*	*Idem*
FOYERS DE MAZERIE pour le fer et l'acier.	Fonte brute.	Fonte mazée, gâteaux d'acier.	*Idem.*	*Idem.*	*Idem*
BAS-FOURNEAUX dits *finerie*s.	*Idem.*	Fine-metal.	*Idem.*	*Idem.*	*Idem*
FOYERS D'AFFINERIE de toutes espèces pour le fer et l'acier.	Fonte brute, fonte mazée, gâteaux d'acier.	Fer en massiaux, fer en barres, acier de forge	*Idem.*	*Idem.*	*Idem*

S USINES MINÉRALURGIQUES.

La seule formalité à remplir pour les usines minéralurgiques regies à la fois par la loi du 21 avril 18
r les réglements sur les ateliers insalubres, incommodes ou dangereux, consiste, en ce qui concern
ution de ces règlements, dans le renvoi au conseil de préfecture, pour avoir son avis, des oppositions q
eraient sous le rapport des dangers, de l'insalubrité ou de l'incommodite de l'établissement. Les sou
ls ne sont pas consultés. — Lorsque l'établissement est régi seulement par les reglements sur les atelie
ubres, incommodes ou dangereux, et qu'il se trouve annexé à une usine à laquelle les formalités de
 21 avril 1810 sont applicables, une seule instruction doit avoir lieu pour l'ensemble des ateliers, co
ment aux prescriptions de ladite loi, et cette instruction dispense de l'execution des formalités exigé
sdits réglements, sauf toujours l'avis du conseil de préfecture sur les oppositions relatives aux da
à l'insalubrité ou à l'incommodité.

.EMENTS BLISSEMENT, raison du moteur.		CLASSEMENT parmi LES ÉTABLISSEMENTS régis par la loi du 21 avril 1810, et motifs de ce classement.	CLASSEMENT PARMI LES ÉTABLISSEMENTS insalubres, incommodes ou dangereux (4).		OBSERVATIONS.
ours d'eau.	Machines à vapeur.		Classe à laquelle l'établissement appartient déjà et ordonnance de classement.	Classe dans laquelle l'établissement doit être placé, et motifs de ce classement.	

ΓÉGORIE.

ORDONNANCES SUR LES ÉTABLISSEMENTS INSALUBRES, INCOMMODES OU DANGEREUX.

été du 19 ventôse an VI, instruction du 19 thermidor an VI, circulaire du 16 novembre 1831.	Ordonnance du 22 mai 1843.	Texte de l'article 73.	1re classe —Ordonnance du 14 janv. 1815.		
Idem.	*Idem.*	*Idem.*	. . . .	1re cl.— Mêmes inconvénients que pour les hauts-fourn.	
Idem.	*Idem.*	Ces foyers rentrent dans la categorie. des forges.	. . . .	*Idem.*	Les foyers de mazerie so employés pour blanchir ou d carburer la fonte dans la fab cation du fer par la métho nivernaise et dans la fabric tion de l'acier de forge.
Idem.	*Idem.*	*Idem.*	. . . .	*Idem.*	Les fineries sont employé pour blanchir ou décarbur la fonte dans l'affinage par méthode anglaise. Un mote est nécessaire pour leur sou flerie.
Idem.	*Idem.*	Texte de l'article 73.	. . . .	*Idem.*	

DÉSIGNATION de L'USINE.	MATIÈRES à ÉLABORER.	PRODUITS.	MOTEUR EMPLOYÉ. Cours d'eau.	MOTEUR EMPLOYÉ. machines à vapeur.	I ou ai à raisi des appa de l'usi
Fours à puddler. . . .	**Fonte brute, fine-metal.**	**Fer en massiaux.** . .	**Cours d'eau.**	**Machine à vapeur.**	**Loi du 21 av decret du 1810, ord du 14 janvi**
Foyers de chaufferie du fer en massiaux.	**Fer en massiaux.** .	**Fer en barres.** . . .	***Idem.***	***Idem.***	***Idem.***
Fours à réverbère pour chauffer le fer à étirer.	**Fer en massiaux, trousses ou paquets de fer déjà étiré.**	**Fer étiré de diverses formes et dimensions.**	***Idem.***	***Idem.***	***Idem.***
Foyers de chaufferie dits *martinets*.	**Fer en massiaux, fer en grosses barres.**	**Petit fer en barres ou en verges, dit *fer martiné*.**	***Idem.***	***Idem.***	***Idem***
Fours à réverbère de chaufferie pour la fabrication du petit fer ou pour le corroyage de l'acier au martinet ou au cylindre.	**Fer en massiaux, fer en grosses barres, acier de forge, acier poule ou de cémentation, acier de fusion en barres.**	**Petit fer en barres ou en verges dit *fer martiné*, fer cylindré, acier raffiné et corroyé de forge, de cémentation ou de fusion.**	***Idem.***	***Idem.***	***Idem***
Foyers de chaufferie pour la fabrication du fer de fenderie.	**Fer en barres plates.**	**Verge, vergine, feuillard.**	***Idem.***	***Idem.***	***Idem***
Fours à réverbère de chaufferie pour la fabrication du fer de fenderie.	***Idem***	***Idem.***	***Idem.***	***Idem.***	***Idem***
Foyers de chaufferie pour la fabrication de la tôle de fer platinée ou laminée.	**Fer en plaques.** . . .	**Tôle platinée, tôle laminée.**	***Idem.***	***Idem.***	***Idem***
Fours à réverbère de chaufferie pour la fabrication de la tôle de fer platinée ou laminée ou de la tôle d'acier.	**Fer en plaques, acier corroyé en plaques.**	**Tôle platinée, tôle laminée, tôle d'acier.**	***Idem.***	***Idem.***	***Idem***

...TS ...MENT,		CLASSEMENT parmi LES ÉTABLISSEMENTS régis par la loi du 21 avril 1810, et motifs de ce classement.	CLASSEMENT PARMI LES ÉTABLISSEMENTS insalubres, incommodes ou dangereux.		OBSERVATIONS.
...n du moteur.					
...'eau.	Machines à vapeur.		Classe à laquelle l'établissement appartient déjà et ordonnance de classement.	Classe dans laquelle l'établissement doit être placé, et motifs de ce classement.	
19 ven... VI, in... ı du 19 ...or an VI, ...re du 16 ...re 1834.	Ordonnance du 22 mai 1843.	L'opération dite *puddlage* est analogue à l'affinage de la fonte dans les foyers d'affinerie.	. . . .	1re clе.—Mêmes inconvénients que pour les hauts - fourneaux.	Les fours à puddler sont toujours accompagnés de machines de compression pour lesquelles un moteur est nécessaire.
ı.	*Idem.*	Ces foyers rentrent dans la catégorie des forges.	. . . .	*Idem.*	Le fer est étiré sous le marteau ou au moyen de cylindres.
ı.	*Idem.*	*Idem.*	. . . .	*Idem.*	*Idem.*
ı.	*Idem.*	Texte de l'article 73.	. . . .	*Idem.*	Le fer est étiré sous les petits marteaux appelés martinets.
ı.	*Idem.*	Ces fours rentrent dans la catégorie des martinets.	. . . .	*Idem.*	Le fer et l'acier sont étirés tantôt sous le martinet, tantôt au moyen des cylindres.
ı.	*Idem*	L'opération est analogue à celle qu'on exécute au moyen des cylindres.	. . . .	*Idem.*	On appelle fenderies des usines qui consistent : 1° en foyers de chaufferies semblables à ceux des martinets, ou plus généralement en fours à réverbère dans lesquels on chauffe le fer en barres plates destinées à être fendues ; 2° en cylindres dits *espatards*, qui servent pour amincir les barres plates ; 3° en cylindres dits *découpoirs*, au moyen desquels le fer, aminci convenablement, est divisé en verge, vergine ou feuillard.
ı.	*Idem.*	*Idem.*	. . . .	*Idem.*	
ı.	*Idem.*	L'opération est comparable à celle qui donne le petit fer au moyen du martinet ou des cylindres.	. . . .	*Idem.*	
ı.	*Idem.*	*Idem.*	. . . .	*Idem.*	

DÉSIGNATION de L'USINE.	MATIÈRES à ÉLABORER.	PRODUITS.	MOTEUR EMPLOYÉ.		[illegible]
			Cours d'eau.	Machines à vapeur.	à rai[…] des ap[…] de l'[…]
FOYERS DE CHAUFFERIE pour le traitement des riblons.	Vieux fer dit *riblons*.	Fer en massiaux, fer en barres, outils, et instruments divers.	Cours d'eau.	Machine à vapeur.	Loi du 21 […] décret d[…] 1810, e[…] du 14 jan[…]
FOURS À RÉVERBÈRE de chaufferie pour le traitement des riblons.	*Idem*.	Fer en massiaux, fer en barres.	*Idem*.	*Idem*.	*I[…]*
USINES pour le traitement des minerais de cuivre.	Minerais de cuivre. .	Cuivre noir, cuivre rosette.	*Idem*.	*Idem*.	*I[…]*
USINES servant pour raffiner, marteler ou laminer le cuivre.	Cuivre noir, cuivre brut, vieux cuivre.	Cuivre raffiné, cuivre battu, cuivre laminé.	*Idem*.	*Idem*.	*I[…]*
USINES pour le traitement des minerais de zinc.	Minerais de zinc	Zinc brut	*Idem*	*Idem*	[illegible]
USINES pour le traitement des minerais de plomb.	Minerais de plomb.	Plomb, litharge, argent.	*Idem*.	*Idem*.	[illegible]
USINES pour le traitement des minerais d'argent.	Minerais de cuivre, de plomb, d'antimoine, de zinc ar[…] […], quartz [illegible]	Argent, cuivre, zinc, litharge	*Idem*.	*Idem*	*I[…]*
USINES pour le traitement des minerais d'arsenic	Minerais d'arsenic	Acide arsenieux, arsenic métallique, sulfure d'arsenic ou réalgar [illegible]	*Idem*	*Idem*	
USINES pour le traitement des minerais d'antimoine	Minerais d'antimoine.	Sulfure d'antimoine, dit *antimoine cru*, antimoine métallique, dit *régule*	*Idem*	*Idem*	

...MENTS ...SSEMENT, à raison du moteur.		CLASSEMENT parmi LES ÉTABLISSEMENTS régis par la loi du 21 avril 1810, et motifs de ce classement.	CLASSEMENT PARMI LES ÉTABLISSEMENTS insalubres, incommodes ou dangereux.		OBSERVATIONS.
...urs d'eau.	Machines à vapeur.		Classe à laquelle l'établissement appartient déjà et ordonnance de classement.	Classe dans laquelle l'établissement doit être placé, et motifs de ce classement.	
... du 19 ventôse an VI, instruction du 19 ...midor an VI, ...ulaire du 16 novembre 1834.	Ordonnance du 22 mai 1843.	L'opération a pour objet une fabrication du fer et non une élaboration d'un produit déjà ouvré.	. . . .	1re cl[e].—Mêmes inconvénients que pour les hauts-fourneaux.	Les foyers où l'on traite ... riblons sont désignés, dans p... sieurs localités, sous le nom ... *taillanderie*, lorsqu'on fab... que immédiatement avec le ... qui en provient des outils ... instruments On ne doit pas ... confondre avec les taillan... ries proprement dites, qui s... vent pour transformer le ... marchand en outils et inst... ments divers.
Idem.	*Idem.*	*Idem.*	. . . .	. . . .	
Idem.	*Idem.*	Texte de l'article 73.	1re classe.—Ordonnance du 14 janv. 1815	. . . .	Ces usines rentrent dans ... catégorie de celles qui sont ... signées dans l'ordonnance ... 14 janvier 1815 sous la déno... mination d'établissements s... vant à l'affinage des méta...
Idem.	*Idem.*	Ces usines sont des annexes de celles qui servent au traitement des minerais de cuivre, ou sont comprises dans l'art. 73, sous la dénomination de martinets à cuivre, ou bien sont analogues aux martinets.	2e classe.—Ordonnance du 14 janv. 1815.	. . . .	Ces usines rentrent dans ... catégorie de celles qui sont ... signées dans l'ordonnance ... 14 janvier 1815, soit sous ... dénomination de fondeurs ... grand ou au fourneau à rév... bère, soit sous celle de fo... et laminage de cuivre.
Idem.	*Idem.*	Texte de l'article 73.	1re classe.—Ordonnance du 14 janv. 1815.	. . . .	Ces usines rentrent dans ... catégorie de celles qui s... indiquées dans l'ordonna... du 14 janvier 1815 comme s... vant à l'affinage des métau...
Idem.	*Idem.*	*Idem.*	*Idem.*	. . . .	Ces usines rentrent dans ... catégorie de celles qui s... indiquées dans l'ordonna... du 14 janvier 1815 comme s... vant à la fabrication de litharge.
Idem.	*Idem.*	*Idem.*	*Idem.*	. . . .	*Idem.*
Idem.	*Idem.*	*Idem.*	*Idem.*	. . . .	Ces usines rentrent dans ... catégorie de celles qui s... désignées dans l'ordonna... royale du 14 janvier 1815 sou... dénomination d'établisseme... servant à l'affinage des méta...
Idem.	*Idem.*	*Idem.*	*Idem.*	. . . .	*Idem.*

DÉSIGNATION de L'USINE.	MATIÈRES à ÉLABORER.	PRODUITS.	MOTEUR EMPLOYÉ.		
			Cours d'eau.	Machines à vapeur.	à sui des ap de l'u
Usines pour le traitement des minerais de cobalt et de nickel.	Minerais de cobalt, de nickel.	Acide arsenieux, soufre, smalt, azur, nickel.	Cours d'eau.	Machine à vapeur.	Loi du 21 décret d 1810, e du 14 ju
Bocards à minerais. . .	Minerais de fer et autres, accompagnés d'une gangue plus ou moins dure.	Minerais de fer et autres.	*Idem.*	*Idem.*	*Id*
Bocards à crasse. . . .	Laitiers et scories accompagnés de matières métalliques.	Matières métalliques diverses.	*Idem.*	*Idem.*	*Id*
Usines pour le traitement des matières pyriteuses, vitrioliques, alumineuses ou aluniféres.	Substances minérales pyriteuses, vitrioliques, alumineuses ou alunifères.	Sulfate de fer, sulfate d'alumine, alun.	*Idem.*	*Idem.*	*Id*
Usines pour l'élaboration du sel gemme et le traitement des eaux salées.	Sel gemme, eaux provenant de sources ou de puits d'eau salée.	Sel commun dit *sel marin*.	. . . .	. . . .	. . . .

DE

USINES RÉGIES SEUL

Patouillets.	Minerais de fer avec matières terreuses.	Minerais de fer propres à la fusion.	*Idem.*	*Idem.*	Loi du 21

...ENTS ...EMENT, ...ison du moteur. ... d'eau.	Machines à vapeur.	CLASSEMENT parmi LES ÉTABLISSEMENTS régis par la loi du 21 avril 1810, et motifs de ce classement.	CLASSEMENT PARMI LES ÉTABLISSEMENTS insalubres, incommodes ou dangereux. Classe à laquelle l'établissement appartient déjà et ordonnance de classement.	Classe dans laquelle l'établissement doit être placé, et motifs de ce classement.	OBSERVATIONS.
...du 19 ven-...an VI, in-...ion du 19 ...idor an VI, ...aire du 16 ...nbre 1834.	Ordonnance du 22 mai 1843.	Texte de l'article 73.	1re classe. — Ordonnance du 14 janv. 1815.	....	Ces usines rentrent dans la catégorie de celles qui sont désignées dans l'ordonnance royale du 14 janvier 1815 sous la dénomination d'établissements servant à l'affinage des métaux.
...em.	*Idem.*	*Idem.*	....	3e cl. — Bruit.	
...em.	*Idem.*	*Idem.*	....	*Idem.*	
...em.	*Idem.*	....	3e classe. — Ordonnance du 14 janv. 1815.	....	Les usines dans lesquelles on fabrique directement la couperose, au moyen du fer et de l'acide sulfurique, ne sont pas considérées comme usines minéralurgiques.
......	.....	....	3e classe. — Ordonnance du 7 mars 1841.	....	Les usines destinées à l'élaboration du sel gemme et au traitement des eaux salées sont régies par la loi du 17 juin 1840, et par l'ordonnance du 7 mars 1841. Elles doivent être classées, relativement aux inconvénients qui peuvent résulter de leur voisinage, parmi les établissements désignés dans l'ordonnance royale du 14 janvier 1815 sous la dénomination de raffineries de sel.

GORIE.

DU 21 AVRIL 1810.

...em.	*Idem.*	*Idem.*	..	*Idem.*	

DÉSIGNATION de L'USINE	MATIÈRES à ÉLABORER.	PRODUITS	MOTEUR EMPLOYÉ. Cours d'eau.	Machines à vapeur.	à rais[illegible] des app[illegible] de l'usi[illegible]

TROI[illegible]

ÉTABLISSEMENTS RÉGIS SEULEMENT PAR LES DÉCRET ET ORDO[illegible]

DÉSIGNATION de L'USINE	MATIÈRES à ÉLABORER.	PRODUITS	Cours d'eau.	Machines à vapeur.	à rais[illegible]
CALCINATION et grillage des minerais de fer à l'air libre.	Minerais de fer brut.	Minerais de fer grillés	. . .	. . . . .	Décret du [illegible] 1810, ord[illegible] du 14 janv[illegible]
CALCINATION et grillage des minerais de fer dans des fours dits *vases clos*	*Idem*	*Idem*	. . .	. . . .	*Idem*
GRILLAGE des sulfures métalliques à l'air libre.	[illegible] de fer et de [illegible]	Sulfures métalliques grillés.	. .	.	*Idem*
GRILLAGE des sulfures métalliques dans des appareils propres à recueillir le soufre et à utiliser l'acide sulfureux qui se dégage.	*Idem*	*Idem*		.	*Idem*
CUBILOTS dits *fours à la Wilkinson* pour la 2e fusion de la fonte	Fonte brute	Objets moulés en fonte de 2e fusion	Cours d'eau	Machines à vapeur	*Idem*
FOURS à réverbère pour la 2e fusion de la fonte	*Idem*	*Idem*		.	*Idem*
FOURS de [illegible]	Fer [illegible]	Acier [illegible]			[illegible]

ENTS SSEMENT, ison du moteur. s d'eau.	Machines à vapeur.	CLASSEMENT parmi LES ÉTABLISSEMENTS régis par la loi du 21 avril 1810, et motifs de ce classement.	CLASSEMENT PARMI LES ÉTABLISSEMENTS insalubres, incommodes ou dangereux. Classe à laquelle l'établissement appartient déjà et ordonnance de classement.	Classe dans laquelle l'établissement doit être placé, et motifs de ce classement.	OBSERVATIONS.
GORIE.					
S ATELIERS INSALUBRES, INCOMMODES OU DANGEREUX.					
......	......	....	....	1re cl. — L'opération est analogue à la fabrication du coke à l'air libre, que l'ordonnance du 14 janv. 1815 a placée dans la 1re classe.	
......	......	....	....	2e cl. — L'opération est analogue à la fabrication du coke dans des fours dits *vases clos*, que l'ordonnance, du 14 janvier 1815, a placée dans la 2e cl.	
......	......	....	1re classe.— Ordonnance du 14 janv. 1815.		
......	......	....	2e classe. — Ordonnance du 14 janv. 1815.		
du 19 ven- an VI, in- tion du 19 nidor an VI, laire du 16 mbre 1831	Ordonnance du 22 mai 1813.	....	2e classe. — Ordonnance du 9 fév. 1825.	....	Les cubilots ont besoin d'un moteur pour leur machine soufflante.
......	......	....	....	2e cl. — Mêmes inconvénients que pour les cubilots.	
......	......	....	....	2e cl. Mêmes inconvénients que pour les fours à réverbère.	

DÉSIGNATION de L'USINE.	MATIÈRES à ÉLABORER.	PRODUITS.	MOTEUR EMPLOYÉ. Cours d'eau.	Machines à vapeur.	Qu[illegible] à f[illegible] des ap[illegible] de l'a[illegible]
Fabriques d'acier fondu.	Acier brut, fonte, etc.	Acier fondu en barres.	. . . . .	. . . . . .	Decret du [illegible] 1810, o[illegible] du 14 ja[illegible]
Tréfileries pour fil de fer ou d'acier.	Fer ou acier cylindre, fer martine.	Fil de fer ou d'acier.	Cours d'eau.	Machine à vapeur.	*Id*[illegible]
Ferblanteries.	Tole de fer.	Fer-blanc.	. .	.	.
Forges de grosses œuvres, c'est-à-dire c[illegible]les ou l'on fait usage de moyens mécaniques pour mouvoir soit des marteaux, soit les masses soumises au travail	Fer, acier, cuivre	Casserie, essieux, ancres, objets de grosse serrurerie, de quincaillerie et de coutellerie; vis à bois, pièces d'horlogerie, etc., etc.	*Idem*	*Idem*	*I*[illegible]
Fabriques de faux.	Acier	Faux, faucilles	*Idem*	*Idem.*	
Fabriques [illegible]	*Idem*	[illegible]es de diverses formes	*Id*[illegible]	*Idem*	
Fabriques [illegible]	*Idem.*	Limes, râpes	*Id*[illegible]	[illegible]	[illegible]
Taillandi[illegible]	[illegible]	Socs, pelles, haches, serpes, cognées, outils et instruments divers	*Idem*	*Idem*	[illegible]
Man[illegible]	Fer, [illegible] cuivre, laiton	[illegible] de fusils et de pistolets, baïonnettes, sabres, cuirasses [illegible] casques	*I*[illegible]	[illegible]	

…MENTS …LISSEMENT, …ison du moteur.		CLASSEMENT parmi LES ÉTABLISSEMENTS régis par la loi du 21 avril 1810, et motifs de ce classement.	CLASSEMENT PARMI LES ÉTABLISSEMENTS insalubres, incommodes ou dangereux.		OBSERVATIONS.
…s d'eau.	Machines à vapeur.		Classe à laquelle l'établissement appartient déjà et ordonnance de classement.	Classe dans laquelle l'établissement doit être placé, et motifs de ce classement.	
. . . . . .	. . . . . .	. . . .	. . . .	2e cl.—Mêmes inconvénients que pour les fours à réverbère.	
du 19 ven- an VI, in …tion du 19 …midor an VI, …laire du 16 …mbre 1834.	Ordonnance du 22 mai 1843.	. . . .	3e Classe.—Ordonnance du 20 septembre 1838.	. . . .	On entend par tréfileries les usines où l'étirage du fer ou de l'acier a lieu à froid, et où l'on n'emploie d'autres fours que ceux qui servent pour recuire les fils de fer ou d'acier, et pour chauffer les extrémités à appointer. Il ne faut pas les confondre avec les tireries où le fer est étiré à chaud.
. . . . . .	. . . . . .	. . . .	3e classe.—Ordonnance du 14 janv. 1815.	. . . .	On entend par ferblanteries les usines dans lesquelles on étame le fer noir en feuilles pour le convertir en fer-blanc
Idem.	*Idem.*	. . . .	2e classe.—Ordonnance du 5 nov. 1826.	. . . .	Les forges de grosses œuvres comprennent tous les ateliers avec martinets ou petits laminoirs dans lesquels on fait subir au fer et à l'acier des élaborations secondaires, en consommant peu de combustible.
Idem.	*Idem.*	. . . .	. . . .	2e cl.—Mêmes inconvénients que pour les forges de grosses œuvres.	
Idem.	*Idem.*	. . . .	. . . .	*Idem.*	
Idem.	*Idem.*	. . . .	. . . .	*Idem.*	Lorsqu'il n'y a pas de martinet, ces établissements peuvent exister sans permission.
Idem.	*Idem.*	. . . .	. . . .	*Idem.*	
Idem.	*Idem.*	. . . .	. . . .	*Idem.*	Les manufactures d'armes, par les foyers et fours, et par les machines de compression qu'on y emploie, rentrent dans la catégorie des forges de grosses œuvres.

DÉSIGNATION de l'USINE.	MATIÈRES à ÉLABORER.	PRODUITS.	MOTEUR EMPLOYÉ. Cours d'eau.	Machines à vapeur.	qu... à rai... des app... de l'u...
Ateliers de construction de machines à vapeur.	Fonte, fer, acier, tôle, cuivre, laiton.	Machines à vapeur.	Cours d'eau.	Machine à vapeur.	Decret du 1... 1810, et... du 14 jan...
Ateliers pour la fonte et le laminage du plomb.	Plomb brut.	Plomb en feuilles, en tuyaux.	*Idem.*	*Idem.*	*Idem*
Ateliers pour la fabrication du plomb de chasse.	Plomb, sulfure d'arsenic.	Plomb de chasse.	.....	......	*Idem*
Ateliers pour la fabrication de la litharge.	Plomb brut.	Litharge.	.....	......	*Idem*
Ateliers pour la fabrication du massicot et du minium.	*Idem.*	Massicot, minium.	.....	......	*Idem*
Ateliers pour le laminage du zinc.	Zinc brut.	Zinc laminé.	*Idem.*	*Idem.*	*Idem*
Fonderies de cuivre.	Cuivre affiné.	Objets moulés en cuivre.	.....	......	*Idem*
Ateliers pour la fabrication du laiton.	Cuivre et zinc ou calamine.	Laiton brut.	.....	......	*Idem*
Ateliers pour le laminage ou l'étirage du laiton.	Laiton brut.	Laiton en feuilles ou en fils.	*Idem.*	*Idem.*	*Idem*

		CLASSEMENT parmi LES ÉTABLISSEMENTS régis par la loi du 21 avril 1810, et motifs de ce classement.	CLASSEMENT PARMI LES ÉTABLISSEMENTS insalubres, incommodes ou dangereux. Classe à laquelle l'établissement appartient déjà et ordonnance de classement.	Classe dans laquelle l'établissement doit être placé, et motifs de ce classement.	OBSERVATIONS.
		....	....	2e cl.—Mêmes inconvénients que pour les forges de grosses œuvres.	Ces ateliers rentrent aussi dans la catégorie des forges de grosses œuvres.
		..	2e classe.—Ordonnance du 14 janv. 1815.		
			[illegible]lasse.—Or[illegible]nnance du [illegible]nv. 1815.		
		....	1re classe.—Ordonnance du 14 janv. 1815.		
.....	....	....	*Idem.*		
m.	*Idem.*	....	2e classe.—Ordonnance du 20 septembre 1828.		
.....	....	....	2e classe —Ordonnance du 14 janv. 1815.		
.....	....	....	....	2e cl.—Mêmes inconvénients que pour les fonderies de cuivre.	
n.	*Idem.*	....	....	2e cl.—Mêmes inconvénients que pour les usines à laminer le cuivre et le zinc.	

DÉSIGNATION de l'usine.	MATIÈRES à ÉLABORER.	PRODUITS.	MOTEUR EMPLOYÉ. Cours d'eau.	Machines à vapeur.	QUI ... à raison des app... de l'usi...
Ateliers pour le laminage de l'étain.	Étain brut.......	Étain en feuilles...	Cours d'eau.	Machine à vapeur.	Décret du 15 ... 1810, ord... du 14 janv...
Fonderies de bronze..	Cuivre, étain, vieux bronze.	Canons, cloches, grands objets d'ornements.	.....	......	*Idem*
Ateliers pour la coupellation en grand.	Matières argentifères.	Argent.........	.....	......	*Idem*
Usines destinées au traitement des minerais par la voie humide.	Minerais de cuivre, d'argent et d'autres métaux.	Cuivre, argent et autres métaux.	*Idem*.	*Idem*.	*Idem*
Ateliers pour l'affinage de l'or ou de l'argent par l'acide sulfurique, quand les gaz dégagés par cette opération sont versés dans l'atmosphère.	Matières aurifères, argentifères.	Or, argent......	.....	......	*Idem*
Ateliers pour l'affinage de l'or ou de l'argent par l'acide sulfurique, quand les gaz dégagés pendant cette opération sont condensés.	*Idem*.	*Idem*.	.....	......	....
Ateliers pour le battage, le laminage ou l'étirage de l'or ou de l'argent.	Or, argent	Or ou argent en feuilles ou en fils.	.....	......	*Idem*

ENTS ...ISSEMENT, ...ison du moteur.		CLASSEMENT parmi LES ÉTABLISSEMENTS régis par la loi du 21 avril 1810, et motifs de ce classement.	CLASSEMENT PARMI LES ÉTABLISSEMENTS insalubres, incommodes ou dangereux.		OBSERVATIONS.
...s d'eau.	Machines à vapeur.		Classe à laquelle l'établissement appartient déjà et ordonnance de classement.	Classe dans laquelle l'établissement doit être placé, et motifs de ce classement.	
...lu 19 ven- ...an VI, in- ...ion du 19 ...idor an VI, ...aire du 16 ...nbre 1834.	Ordonnance du 22 mai 1843.	. . . .	3e classe.—Ordonnance du 14 janv. 1815.		
. . . . . .	. . . . .	. . . .	. . . .	2e cle.—Mêmes inconvénients que pour les fonderies de cuivre et les usines à laiton.	Les fonderies dont il s'agit sont celles ou le bronze est obtenu en grand au fourneau a réverbère, et qui rentrent dans la catégorie des usines que l'ordonnance du 14 janvier 1815 indique sous la dénomination d'établissements de fondeurs en grand au fourneau à réverbère.
. . . . . .	. . . . .	. . . .	1re classe.—Ordonnance du 14 janv. 1815.		
...lem.	*Idem.*	. . . .	. . . .	1re classe.—Si les gaz dégagés se rendent dans l'atmosphère. 2e classe. — Si les gaz dégagés sont condensés. Mêmes inconvénients que pour les deux sortes d'ateliers indiqués ci-après.	
. . . . . .	. . . . .	. . . .	1re classe.—Ordonnance du 9 févr. 1825.		
. . . . . .	. . . . .	. . . .	2e classe.—Ordonnance du 9 févr. 1825.	. . . .	
. . . . . .	. . . . .	. . . .	3e classe.—Ordonnance du 14 janv. 1815.	. . . .	Ces ateliers sont désignés dans l'ordonnance du 14 janvier 1815, sous la dénomination d'établissements de batteur d'or et d'argent.

[illegible] du 13 mars 1845, — M. [illegible]
[illegible] admis, sur sa [illegible]
[illegible] à prendre [illegible]
[illegible] honoraire.

[illegible] M. Ville, [illegible] sont nommés aspirants [illegible]
[illegible] de concours, [illegible]

[illegible] du ministre, du 23 janvier 1845, — M. [illegible]
[illegible] ordinaire de 2ᵉ classe, professeur d'exploita[illegible]
[illegible] de mécanique appliquée à l'école des mineurs de [illegible]
[illegible] est chargé des fonctions de directeur [illegible]
[illegible] les maîtres mineurs d'Alais.

[illegible] du ministre, du 26 février 1845. — M. [illegible]
[illegible] hors de concours, est nommé professeur
[illegible] et de mécanique appliquée à l'école des
[illegible] de Saint-Étienne, en remplacement de M. [illegible]
[illegible] ordinaire.

[illegible] arrêté du ministre, du 25 mars 1845, — les [illegible]
[illegible] de la Seine-Inférieure, de l'Eure et d'[illegible]
[illegible] sont distraits de la division minéralogique du [illegible]
[illegible] placés dans la division du Nord-Ouest, qui
[illegible] avec les départements de la [illegible]
[illegible] deux sous-arrondissements ayant pour
[illegible] Rouen et Caen, et comprenant le premier
[illegible] départements de la Seine-Inférieure, de l'[illegible]

PERSONNEL.

Par ordonnance du roi, du 28 *janvier* 1845, — Le titre d'ingénieur en chef honoraire des mines est conféré à M. Parrot, ingénieur ordinaire de 1re classe en retraite.

Par ordonnance du roi, du 15 *mars* 1845, — M. Hérault, ingénieur en chef directeur des mines, admis, sur sa demande, à la retraite, est autorisé à prendre le titre d'inspecteur général honoraire.

Par arrêté du ministre des travaux publics, du 28 *janvier* 1845, — MM. Ville, Gentil et Hulot d'Osery, élèves ingénieurs hors de concours, sont nommés aspirants ingénieurs.

Par arrêté du ministre, du 25 *février* 1845, — M. Callon, ingénieur ordinaire de 2e classe, professeur d'exploitation et de mécanique appliquée à l'école des mineurs de Saint-Etienne, est chargé des fonctions de directeur de l'école des maîtres mineurs d'Alais.

Par arrêté du ministre, du 25 *février* 1845, — M. Reuss, élève-ingénieur hors de concours, est nommé professeur d'exploitation et de mécanique appliquée à l'école des mineurs de Saint-Etienne, en remplacement de M. Callon, ingénieur ordinaire.

Par arrêté du ministre, du 25 *mars* 1844, — les trois départements de la Seine-Inférieure, de l'Eure et d'Eure-et-Loir sont distraits de la division minéralogique du Nord pour être placés dans la division du Nord-Ouest, où ils formeront, avec les départements de la Manche, du Calvados et de l'Orne, deux sous-arrondissements ayant pour chefs-lieux Rouen et Caen, et comprenant le premier les trois départements de la Seine-Inférieure, de l'Eure et d'Eure-et-Loir, et le second les départements de la Manche, du Calvados et de l'Orne; — le chef-lieu de l'ar

rondissement minéralogique composé de ces deux sous-arrondissements est transféré de Caen à Rouen.

Par arrêté du ministre, du 25 *mars* 1845, — M. de Saint-Léger, ingénieur en chef à Rouen, est appelé, en remplacement de M. Hérault, à prendre le service de l'arrondissement dont Rouen est le chef-lieu ; — Il demeure chargé en même temps de remplir les fonctions d'ingénieur ordinaire pour le sous-arrondissement de Rouen.

Par arrêté du ministre, du 25 *mars* 1845, — M. Harlé, ingénieur ordinaire à Fécamp (Seine-Inférieure), est chargé du sous-arrondissement de Caen.

Par arrêté du ministre, du 25 *mars* 1845, — un nouvel arrondissement minéralogique, ayant Laval pour chef-lieu, est formé du sous-arrondissement du Mans, restreint aux départements de la Sarthe et de la Mayenne, et du sous-arrondissement de Rennes, comprenant les départements d'Ile-et-Villaine, des Côtes-du-Nord, du Morbihan et du Finistère.

Par arrêté du ministre, du 25 *mars* 1845, — M. de Hennezel, ingénieur ordinaire, est chargé de remplir les fonctions de chef de service, par intérim, dans l'arrondissement de Laval ; sa résidence reste fixée au Mans.

Par arrêté du ministre, du 25 *mars* 1845, — le département de la Loire-Inférieure est distrait de la division minéralogique du Nord-Ouest pour être placé dans celle de l'Ouest, où il formera, avec les trois départements de la Vendée, des Deux-Sèvres et de Maine-et-Loire, l'arrondissement de Nantes ; — Cet arrondissement demeure composé de deux sous-arrondissements ayant pour chefs-lieux Nantes et Angers et comprenant, le premier les départements de la Loire-Inférieure, de la Vendée et des Deux-Sèvres, le second le département de Maine-et-Loire seulement.

Par arrêté du ministre, du 25 *mars* 1845, — M. Lorieux, ingénieur en chef à Nantes, est appelé à prendre le service de l'arrondissement minéralogique formé du département de Seine-et-Oise, de Seine-et-Marne et du Loiret, — le chef-lieu de cet arrondissement est transféré d'Orléans à Versailles.

Par arrêté du ministre, du 25 *mars* 1845, — M. Baudin, ingénieur ordinaire à Clermont (Puy-de-Dôme), est désigné pour remplir les fonctions d'ingénieur en chef dans l'arrondissement de Nantes en remplacement de M. Lorieux.

Par arrêté du ministre, du 25 *mars* 1845, — M. Chatelus, ingénieur ordinaire à Rive-de-Gier (Loire), est chargé du service du sous-arrondissement de Clermont (Puy-de-Dôme), en remplacement de M. Baudin.

Par arrêté du ministre, du 30 *mars* 1845, — M. Dubocq, élève-ingénieur, est mis à la disposition de M. le ministre de la guerre, pour être attaché au service des mines en Algérie, sous les ordres de M. l'ingénieur en chef Fournel.

Par arrêté du ministre, du 31 *mars*, — M. Durocher, ingénieur ordinaire à Rennes, est autorisé, sur la demande du président de la commission scientifique du Nord, à faire un second voyage d'exploration en Suède et en Norwége.

Par arrêté du ministre, du 31 *mai* 1845, — M. Couche, ingénieur ordinaire, est détaché temporairement du sous-arrondissement de Versailles et mis à la disposition du département de la guerre, pour être employé au service des mines en Algérie; — M. l'ingénieur en chef Lorieux est chargé, durant l'absence de M. Couche, de faire le service du sous-arrondissement de Versailles.

Par arrêté du ministre, du 14 *juin* 1845, — M. Vallée, ancien élève de l'école centrale des arts et manufactures, est nommé à l'emploi de garde-mines répétiteur à l'école des maîtres-mineurs d'Alais.

Par arrêté du ministre, du 22 *juin* 1845, — MM. Lepelletier, Ducas et Mœvus, gardes-mines, sont mis à la disposition de M. le ministre de la guerre, pour être employés au service des mines en Algérie.

Par décision du sous-secrétaire d'État des travaux publics, du 11 *avril* 1845, — M. Bertera, élève-ingénieur hors de concours, à Orléans, est appelé à suppléer dans le sous-arrondissement de Rennes, M. l'ingénieur Durocher, durant le congé qui lui est accordé.

Élèves admis à l'école royale des mines, le 4 février 1845 :

MM. Labrosse-Luuyt.
Tournaire.
Peschard d'Ambly.
Benoît.

MINISTÈRE DES TRAVAUX PUBLICS.

ÉTAT GÉNÉRAL

DU

PERSONNEL DES MINES

AU 1er JUILLET 1845.

M. S. DUMON (C ✻), *MINISTRE SECRÉTAIRE D'ÉTAT.*

M. LE GRAND (G O ✻), *SOUS-SECRÉTAIRE D'ÉTAT.*

CONSEIL GÉNÉRAL DES MINES.

Le conseil est présidé par le ministre, et, en son absence, par le sous-secrétaire d'État. MM. les inspecteurs généraux, présents au conseil, y prennent rang entre eux dans l'ordre d'ancienneté de nomination.

Inspecteurs généraux de première classe.

MM.

CORDIER (C ✻), pair de France, conseiller d'État, membre de l'Académie des sciences, chargé de présider le conseil en l'absence du ministre et du sous-secrétaire d'État, rue Cuvier, n° 25.

DE BONNARD (C ✻), membre de l'Académie des sciences, rue Neuve-des-Mathurins, n° 6.

MIGNERON (O ✻), rue de Grenelle-Saint-Germain, n° 117.

Inspecteurs généraux de deuxième classe.

MM.

HÉRICART DE THURY (O ✻), conseiller d'État, membre de l'Académie des sciences, quai d'Orsay, n° 3.

BERTHIER (O ✻), membre de l'Académie des sciences, rue Crébillon, n° 2.

GARNIER (O ✻), rue des Saints-Pères, n° 75.

Inspecteurs généraux adjoints.

MM.

GUENYVEAU (O ✻), rue Louis-le-Grand, n° 26.

CHÉRON (O ✻), rue Saint-Georges, n° 23.

Ingénieur en chef, secrétaire du conseil.

THIRRIA (O ✻), rue de Vaugirard, n° 28.

COMMISSION CENTRALE DES MACHINES A VAPEUR.

MM.

Cordier (C ✻), inspecteur général des mines, de l'Académie des sciences, président.

De Bonnard (C ✻), inspecteur général des mines, de l'Académie des sciences.

Kermaingant (C ✻), inspecteur général des ponts-et-chaussées.

Garnier (O ✻), inspecteur général des mines.

Lamé ✻, ing. en chef des mines, de l'Académie des sciences.

Mary ✻, ingénieur en chef des ponts-et-chaussées.

Bineau ✻, ingénieur en chef des mines.

Bélanger ✻, ingénieur en chef des ponts-et-chaussées.

Regnault ✻, ingénieur des mines, de l'Académie des sciences.

Combes ✻, ing. en chef des mines, *secrétaire*, *rue de l'Ouest*, 24.

COMMISSION DES ANNALES DES MINES.

MM.

Cordier (C ✻), inspecteur général des mines, président.

De Bonnard (C ✻), inspecteur général des mines.

Migneron (O ✻), inspecteur général des mines.

Héricart de Thury (O ✻), inspecteur général des mines.

Berthier (O ✻), insp. gén. des mines, prof. à l'École des mines.

Garnier (O ✻), inspecteur général des mines.

Guenyveau (O ✻), inspecteur général adjoint des mines.

Chéron (O ✻), inspecteur général adjoint des mines.

Dufrénoy (O ✻), ing. en chef des mines, membre de l'Acad. des sciences, prof. à l'École des mines.

Élie de Beaumont (O ✻), ingénieur en chef des mines, membre de l'Académie des sciences, prof. à l'École des mines.

Combes ✻, ing. en chef des mines, prof. à l'École des mines.

Thirria (O ✻), ing. en chef des mines, secr. du cons. gén. des mines.

Le Play ✻, ing. en chef des mines, prof. à l'École des mines.

De Cheppe (O ✻), maître des requêtes, chef de la division des mines.

De Boureuille ✻, ingénieur des mines, chef de la division des chemins de fer, *secrétaire*, *rue de l'Odéon*, 28.

Ebelmen, ingénieur des mines, *secrétaire adjoint*, *spécialement chargé de la traduction des mémoires étrangers*.

COMMISSION DE STATISTIQUE DE L'INDUSTRIE MINÉRALE.

MM.

Migneron (O ✻) inspecteur général des mines, président.

Garnier (O ✻), inspecteur général des mines.

Thirria (O ✻), ing. en chef, secrétaire du conseil général des mines.

Chevalier (Michel) (O ✻), conseiller d'État, ingénieur en chef des mines.

De Cheppe (O ✻), maître des requêtes, chef de la division des mines.

Le Play ✻, ing. en ch. des mines, *secrétaire*, *rue de Belle-Chasse*, 10.

INSPECTIONS GÉNÉRALES

DU SERVICE DES MINES.

Désignation des inspections.	Départements qui composent chaque inspection.	Inspecteurs généraux.
		MM.
Nord	Seine, Seine-et-Oise, Loiret, Seine-et-Marne, Nord, Pas-de-Calais, Somme, Aisne, Oise.	HÉRICART DE THURY (O ✻).
Nord-Est. . .	Ardennes, Meuse, Marne, Aube, Yonne, Meurthe, Moselle, Bas-Rhin, Vosges, Haut-Rhin. . .	GARNIER (O ✻).
Est.	Haute-Saône, Haute-Marne, Côte-d'Or, Saône-et-Loire, Ain, Doubs, Jura.	GUENYVEAU (O ✻).
Centre. . . .	Loire, Rhône, Cantal, Puy-de-Dôme, Haute-Loire, Cher, Allier, Nièvre.	MIGNERON (O ✻).
Sud-Est. . .	Bouches-du-Rhône, Vaucluse, Var, Basses-Alpes, Corse, Isère, Hautes-Alpes, Drôme, Ardèche, Lozère, Gard, Hérault, Aude, Pyrénées-Orientales.	DE BONNARD (C ✻).
Sud-Ouest .	Lot-et-Garonne, Dordogne, Corrèze, Lot, Aveyron, Tarn-et-Garonne, Tarn, Haute-Garonne, Ariége, Gironde, Landes, Basses-Pyrénées, Gers, Hautes-Pyrénées.	CORDIER (C ✻).
Ouest.	Vienne, Creuse, Haute-Vienne, Charente, Charente-Inférieure, Indre-et-Loire, Loir-et-Cher, Indre, Loire-Inférieure, Vendée, Deux-Sèvres, Maine-et-Loire.	BERTHIER (O ✻).
Nord-Ouest.	Seine-Inférieure, Eure, Eure-et-Loir, Manche, Calvados, Orne, Sarthe, Mayenne, Ille-et-Vilaine, Côtes-du-Nord, Morbihan, Finistère.	CHÉRON (O ✻).

TABLEAU DU SERVICE DES MINES

PAR DIVISIONS, ARRONDISSEMENTS ET SOUS-ARRONDISSEMENTS MINÉRALOGIQUES.

SERVICE ORDINAIRE.

Ingénieurs en chef.	Ingénieurs ordinaires.	Résidences.	Départements composant les arrondissements et les sous-arrondissements.
	DIVISION DU NORD.		
	M. HÉRICART DE THURY (O ✻), Inspecteur général de 2e classe.		
	Arrondissement de Paris.		
JUNCKER ✻, 1re cl.	De Fourcy, 2e cl. Sentis, 2e cl.	Paris.	Seine.
	Arrondissement de Versailles.		
LORIEUX ✻, 2e cl.	Couche, 2e cl.	Versailles.	Seine-et-Oise.
	Bertera, élève hors de concours.	Orléans.	Loiret.
	Gentil, aspir.	Paris.	Seine-et-Marne.
	Arrondissement de Douai.		
BLAVIER ✻, 2e cl.	Meugy, 2e cl.	Lille.	Nord.—Moins les app à vapr du territ. d'Avesn
	Comte, 2e cl.	Valenciennes.	Nord.—Y comp. le bassin houiller de Valenciennes.
	Service fait par l'ing. en chef.	Douai.	Nord. — Y compris le serv. des mach. à vapr du territoire d'Avesnes
	Dusouich, 2e cl.	Arras.	Pas-de-Calais.

Ingénieurs en chef.	Ingénieurs ordinaires.	Résidences.	Départements composant les arrondissements et les sous-arrondissements.
	DIVISION DU NORD (*suite*).		
	Arrondissement d'Amiens.		
LEFEBVRE ✻, 2ᵉ cl.	*Service fait par l'ing. en chef.*	Amiens.	Somme.
	Piérard, 2ᵉ cl. . .	Beauvais.. . . .	Aisne. Oise.
	DIVISION DU NORD-EST.		
	M. GARNIER (O ✻), Inspecteur général, 2ᵉ classe.		
	Arrondissement de Troyes.		
REVERCHON, ing. ord. 1ʳᵉ cl., f. f. d'ing. en chef.	Sauvage, 2ᵉ cl. . .	Mézières.	Ardennes. Meuse.
	Service fait par l'ing. en chef..	Troyes.	Marne. Aube. Yonne.
	Arrondissement de Nancy.		
LEVALLOIS ✻, 1ʳᵉ cl.	Piot, 2ᵉ cl.	Metz.	Meurthe. Moselle.
	Arrondissement de Strasbourg		
DE BILLY ✻, 2ᵉ cl.	Daubrée, 2ᵉ cl. . .	Strasbourg. . .	Bas-Rhin.
	Furiet, 2ᵉ cl. . . .	Colmar.	Vosges. Haut-Rhin.
	DIVISION DE L'EST.		
	M. GUENYVEAU, (O ✻), inspecteur général adjoint.		
	Arrondissement de Vesoul.		
. . . .	Delesse, 2ᵉ cl. . .	Vesoul.	Haute-Saône.
	Guillot-Duhamel, 1ʳᵉ cl.	Chaumont. . . .	Haute-Marne.
	Guillebot de Nerville, 2ᵉ cl. . . .	Dijon.	Côte-d'Or.

Ingénieurs en chef.	Ingénieurs ordinaires.	Résidences.	Départements composant les arrondissements et les sous-arrondissements.
	DIVISION DE L'EST (*suite*).		
	Arrondissement de Mâcon.		
Drouot ✻, 2ᵉ cl., à Châlon.	*Service fait par l'ing. en chef.*	Châlons.	Saône-et-Loire. Ain.
	Boyé, 2ᵉ cl. . . .	Besançon. . . .	Doubs. Jura.
	DIVISION DU CENTRE.		
	M. Migneron (O ✻), Inspecteur général de 1ʳᵉ classe.		
	Arrondissement de Saint-Étienne.		
Delsériès ✻, 1ʳᵉ cl.	Mœvus, 2ᵉ cl. . .	Saint-Étienne. .	Loire.—Moins le territ. houiller de Rive-de-Gier.
	Jacquot, 2ᵉ cl. . .	Rive-de-Gier. . .	Loire.—Territ. houiller de Rive-de-Gier et concession de St-Chamond.
	Pigeon, 2ᵉ cl. . .	Lyon.	Rhône.
	Arrondissement de Clermont.		
Burdin ✻, 1ʳᵉ cl. . .	Chatelus, 2ᵉ cl. .	Clermont. . . .	Cantal. Puy-de-Dôme. Haute-Loire.
	Boulanger, 2ᵉ cl. .	Moulins.	Cher. Allier. Nièvre.
	DIVISION DU SUD-EST.		
	M. de Bonnard (C ✻), Inspecteur général de 1ʳᵉ classe.		
	Arrondissement de Grenoble.		
Gueymard (O ✻), 1ʳᵉ cl.	Diday, 2ᵉ cl. . . .	Marseille. . . .	Bouches-du-Rhône. Vaucluse.
	Meissonnier, 2ᵉ cl.	Draguignan. . .	Var. Basses-Alpes. Corse.
	Gras ✻, 1ʳᵉ cl. . .	Grenoble. . . .	Isère. Hautes-Alpes. Drôme.

ngénieurs en chef.	Ingénieurs ordinaires.	Résidences.	Départements composant les arrondissements et les sous-arrondissements.

DIVISION DU SUD-EST (suite).

Arrondissement d'Alais.

ngénieurs en chef.	Ingénieurs ordinaires.	Résidences.	Départements
ᴅᴅ ✻, 2ᵉ cl.	Lefrançois, 2ᵉ cl.	Alais.	Ardèche. Lozère. Gard. {Arr. de s.-préfect. d'Alais.
	Dupont, 2ᵉ cl. . .	Montpellier. . .	Gard. {Arr. de s.-préfect. de Nîmes, d'Usès et du Vigan. Hérault.
	Ville, aspirant. .	Carcassonne. . .	Aude. Pyrénées-Orientales.

DIVISION DU SUD-OUEST.

M. Cordier (C ✻), Inspecteur général de 1ʳᵉ classe.

Arrondissement de Périgueux.

ngénieurs en chef.	Ingénieurs ordinaires.	Résidences.	Départements
ᴅᴛ ✻, 2ᵉ cl. .	Boudousquié ✻, 1ʳᵉ cl.	Périgueux. . . .	Lot-et-Garonne. Dordogne. Corrèze.
	Senez ✻, 1ʳᵉ cl. .	Villefranche. . .	Lot. Aveyron.

Arrondissement de Toulouse.

ngénieurs en chef.	Ingénieurs ordinaires.	Résidences.	Départements
, 2ᵉ cl.	De Boucheporn, 2ᵉ cl.	Toulouse. . . .	Tarn-et-Garonne. Tarn. Haute-Garonne.
	Renouf, élève hors de concours. . .	Vic-Dessos. . .	Ariége.

Arrondissement de Bordeaux.

ngénieurs en chef.	Ingénieurs ordinaires.	Résidences.	Départements
s ✻, 2ᵉ cl. .	*Service fait par l'ing. en chef.*	Bordeaux. . . .	Gironde.
	. . . .	Mont-de-Marsan	Landes. Basses-Pyrénées. Gers. Hautes-Pyrénées.

Ingénieurs en chef.	Ingénieurs ordinaires.	Résidences.	Départem[ents] compos[ant] les arrondis[sements] et les sous-arrondis[sements]
DIVISION DE L'OUEST.			
M. Berthier (O ✻), Inspecteur général de 2ᵉ classe.			
Arrondissement de Guéret.			
Furgaud ✻, 1ʳᵉ cl.	*Service fait par l'ing. en chef.*	Guéret.	Vienne. Creuse. Haute-Vienne. Charente. Charente-Inf[érieure].
	Descottes, 2ᵉ cl.	Tours.	Indre-et-Loire. Loir-et-Cher. Indre.
Arrondissement de Nantes.			
Baudin, ing. ord. 1ʳᵉ cl., f. f. d'ing. en chef.	Audibert, 2ᵉ cl. .	Nantes.	Loire-Inféri[eure]. Vendée. Deux-Sèvres.
	Cacarrié, 2ᵉ cl. .	Angers.	Maine-et-Loir[e].
DIVISION DU NORD-OUEST.			
M. Chéron (O ✻), Inspecteur général adjoint.			
Arrondissement de Rouen.			
De St-Léon ✻, 2ᵉ cl.	*Service fait par l'ing. en chef.*	Rouen.	Seine-Inféri[eure]. Eure. Eure-et-Loir.
	Harlé, 2ᵉ cl. . . .	Caen.	Manche. Calvados. Orne.
Arrondissement de Laval.			
. . . .	De Hennezel, 2ᵉ cl.	Le Mans. . . .	Sarthe. Mayenne.
	Durocher, 2ᵉ cl. .	Rennes. . . .	Ille-et-Vilain[e]. Côtes-du-No[rd]. Morbihan. Finistère.

SERVICES SPÉCIAUX.

CARRIÈRES DE PARIS ET DU DÉPARTEMENT DE LA SEINE.

MM. JUNCKER ✻, Ingénieur en chef 1re cl. (*Inspecteur général*).
De Fourcy, Ingénieur ord. 2e cl. (*Inspect. particulier*).
Sentis, Ingénieur ord. 2e cl. (*idem*).

SERVICE CENTRAL DE LA PARTIE MÉTALLURGIQUE ET DE L'EXPLOITATION DES CHEMINS DE FER.

MM. BINEAU ✻, Ingénieur en chef 2e cl., à Paris.
Le Châtelier, Ingénieur ordinaire 2e cl., à Paris.

SURVEILLANCE DES MACHINES A VAPEUR DANS LE DÉPARTEMENT DE LA SEINE.

MM. COMBES ✻, Ingénieur en chef 2e cl. } à Paris.
De Sénarmont ✻, Ingénieur ordinaire 1re cl. }

SERVICES EXTRAORDINAIRES.

MATÉRIEL ET EXPLOITATION DU CHEMIN DE FER DE PARIS EN BELGIQUE (Partie comprise entre Paris et Amiens).

M. CLAPEYRON ✻, Ingénieur en chef 2e cl., à Paris.

TRAVAUX DE CONSOLIDATION DES CARRIÈRES SOUS LA VILLE DE FÉCAMP (Seine-Inférieure).

M. DE SAINT-LÉGER ✻, Ingénieur en chef 2e cl., à Rouen.

SERVICE MÉTALLURGIQUE DU CHEMIN DE FER DE MONTPELLIER A NÎMES (Hérault et Gard).

M. Dupont, Ingénieur ord. 2e cl., à Montpellier.

TOPOGRAPHIE DU BASSIN HOUILLER DE VALENCIENNES (Nord).

MM. BLAVIER ✻, Ingénieur en chef 2e cl., à Douai.
Comte, Ingénieur ordinaire 2e cl., à Valenciennes.

TOPOGRAPHIE DU BASSIN HOUILLER D'AUBIN (Aveyron).

M. Senez ✻, Ingénieur ordinaire 1re cl., à Villefranche.

ÉTUDE DES TERRAINS COMPOSANT LE BASSIN HOUILLER D'AUTUN (Saône-et-Loire).

M. DROUOT ✻, Ingénieur en chef 2ᵉ cl., à Châlons.

ÉTUDE DES TERRAINS HOUILLERS DES ENVIRONS D'AHUN ET DE BOURGANEUF (Creuse).

M. FURGAUD ✻, Ingénieur en chef 1ʳᵉ classe, à Guéret.

APPAREILS A VAPEUR.

M. MOISSON-DESROCHES, Ingénieur en chef 1ʳᵉ cl., chargé de coordonner, pour les publications annuelles, les documents statistiques transmis à l'Administration relativement aux appareils à vapeur.

INGÉNIEURS ATTACHÉS A L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE.

MM. LAMÉ ✻, Ing. en chef 2ᵉ cl. (Professeur).
Regnault ✻, Ing. ord. 2ᵉ cl. (Professeur).

MM. Transon, Ing. ordin. 2ᵉ cl. (Répétiteur).
Ebelmen, Ing. ord. 2ᵉ cl. (*idem*).
Delaunay, *idem*. (*idem*).

INGÉNIEURS ATTACHÉS AU SERVICE DES MINES EN ALGÉRIE, SOUS LES ORDRES DU MINISTRE DE LA GUERRE.

MM. FOURNEL ✻, Ingénieur en chef 2ᵉ cl. . . . . . . } à Alger.
Couche, Ingénieur ordinaire 2ᵉ cl. (*temp.*). . . . } à Alger.
Dubocq, Élève-Ingénieur hors de concours. . . } à Alger.

INGÉNIEUR ATTACHÉ AU DÉPARTEMENT DE L'AGRICULTURE ET DU COMMERCE (Eaux thermales).

M. François ✻, Ingénieur ordinaire 2ᵉ cl., à Carcassonne.

MANUFACTURE ROYALE DES PORCELAINES DE SÈVRES.

MM. BRONGNIART (O ✻), Ingénieur en chef 1ʳᵉ cl., à Sèvres.
Ebelmen, Ingénieur ordinaire 2ᵉ cl.

ÉTABLISSEMENT DE DECAZEVILLE (AVEYRON).

Declerck, Ingénieur ordinaire 2ᵉ cl., à Decazeville.

ÉLÈVES INGÉNIEURS DES MINES.

ÉLÈVES DE PREMIÈRE CLASSE.

1er janvier 1844.

MM.
Bertrand.

21 février 1845.

Rivot.
Phillips.
Houpeurt.

ÉLÈVES DE DEUXIÈME CLASSE.

15 novembre 1843.

Gauldrée-Boilleau.
Trautmann.
Bochet.

1er février 1845.

Labrosse Luuyt.
Tournaire.
Peschard d'Ambly.
Benoit.

ÉCOLE DES MINEURS DE SAINT-ÉTIENNE

(Département de la Loire).

MM.
ROUSSEL-GALLE ✠, Ing. en chef 1re cl., Directeur de l'École.

ENSEIGNEMENT.

FÉNÉON, Ing. en chef 2e cl.	Professeur.	Minéralogie et Géologie.
GRUNER, Ing. ord. 1re cl.	*idem.*	Chimie et Métallurgie.
REUSS, Élève-Ing. hors de c.	*idem.*	Préparation mécanique et Machines; Exploitation et Construction.
Janicot, Répétiteur de chimie, Préparat.		Arithmétique et Comptabilité.
Duhaut, Répétiteur, 1er Surveillant des études		Géométrie, Levé de plans et Dessin.
Buffenoir, Répétiteur, 2e Surveillant.		

ÉCOLE DES MAITRES-OUVRIERS-MINEURS D'ALAIS (GARD).

(Placée sous l'Inspection de M. l'Ing. en chef de l'arr. minéralog. d'Alais).

MM.
CALLON, Ing. ordin. 2e cl. . . . . Directeur de l'École.
Vallée, garde-mines, 2e cl. . . . Répétiteur, 1er Sous-Maître.
. . . . *idem.* 2e Sous-Maître.

TABLEAU PAR ANCIENNETÉ,

DANS CHAQUE GRADE ET DANS CHAQUE CLASSE,

DES INGÉNIEURS EN ACTIVITÉ OU EN DISPONIBILITÉ.

INSPECTEURS GÉNÉRAUX DE PREMIÈRE CLASSE.

27 avril 1832.

Cordier (C ✱).

14 septembre 1835.

De Bonnard (C ✱).

20 mai 1840.

Migneron (O ✱).

INSPECTEURS GÉNÉRAUX DE DEUXIÈME CLASSE.

18 mai 1834.

Héricart de Thury (O ✱).

22 décembre 1836.

Berthier (O ✱).

5 août 1840.

Garnier (O ✱).

INSPECTEURS GÉNÉRAUX ADJOINTS.

20 mai 1840.

Guenyveau (O ✱).

6 décembre 1840.

Chéron (O ✱).

INGÉNIEURS EN CHEF DE PREMIÈRE CLASSE.

2 août 1828.

Brongniart (O ✱).

1er novembre 1833.

Furgaud ✱.

26 décembre 1836.

Gueymard (O ✱).
Roussel-Galle ✱.
Delsériès ✱.

26 janvier 1839.

Dufrénoy (O ✱).
Élie de Beaumont (O ✱).
Burdin ✱.

5 mai 1840.

Levallois ✱.

10 mai 1841.

Juncker ✱.

11 mars 1842

Moisson-Desroches.
Thirria (O ✱).

INGÉNIEURS EN CHEF DE DEUXIÈME CLASSE.

22 décembre 1836.

Lefebvre *.
Thibaud *.
Lamé *.
Combes *.

21 septembre 1837.

Clapeyron *.

15 janvier 1839.

Manès *.
Marrot *.

15 juillet 1839.

Lorieux *.

7 mai 1840.

Blavier *.
Fénéon.
De Billy *.

29 juillet 1840.

Bineau *.
Le Play *.

9 décembre 1840.

Chevalier (Michel) (O *).

18 mars 1842.

De Saint-Léger *.
Varin.

1er mai 1843.

Vène.

5 janvier 1844.

Fournel *.
Garella *.

1er janvier 1845.

Drouot *.

INGÉNIEURS ORDINAIRES DE PREMIÈRE CLASSE.

26 décembre 1836.

Guillot-Duhamel.
De Villeneuve *.

26 janvier 1839.

Sagey.
Gras *.
Gervoy *.
Reverchon.
De Boureuille *.

10 janvier 1840.

Baudin.

10 mai 1841.

Boudousquié *.
De Sénarmont *.
Gruner.
Senez *.

INGÉNIEURS ORDINAIRES DE DEUXIÈME CLASSE.

2 juillet 1828.

Delaplanche.

6 mai 1829.

Lambert (Charles-Joseph) *.

4 juillet 1830.

Reynaud.
Transon.

1er novembre 1833

De Hennezel
Vergnette de Lamotte.

14 septembre 1835.

Harlé.

29 juin 1836.

Boulanger.
Martha-Becker.
Lecocq.
François ✠.

9 janvier 1837.

Lefebure de Fourcy.
Dusouich.
Diday.

5 septembre 1837.

Mœvus.

9 octobre 1837.

Regnault ✠.

5 mars 1838.

Chatelus.

30 janvier 1839.

Ebelmen.
Declerck.
Sauvage.

7 mai 1840.

Bertrand de Boucheporn.
Daubrée.
Pigeon.

25 mai 1841.

Sentis.
Callon.
Le Chatelier.

18 mars 1842.

Couche.
Comte.

25 juin 1843.

Durocher.
Guillebot de Nerville.
Boyé.
Delaunay.

15 juin 1844.

Cacarrié.
Piérard.
Piot.

12 avril 1845.

Audibert.
Jacquot.
Delesse.
Lefrançois.
Descottes.
Dupont.
Mengy.
Furiet.
Meissonnier.

ASPIRANTS-INGÉNIEURS.

1er janvier 1846.

Ville.
Gentil.
Hulot d'Osery.

ÉLÈVES-INGÉNIEURS HORS DE CONCOURS.

15 juin 1844.

Debette.
Bertera.
Bayle.
Reuss.
Renouf.

24 avril 1845.

Dubocq.

3 juin 1845.

De Chancourtois.
Bossey.

LISTE GÉNÉRALE
ET ALPHABÉTIQUE
DES INGÉNIEURS DES MINES
EN ACTIVITÉ OU EN DISPONIBILITÉ.

Noms des Ingénieurs.	Grades.	Services.
A		
Audibert.	ing. ord. 2e cl. . .	Nantes.—Division du nord-ouest.
B		
Baudin	ing. ord. 1re cl. (f. f. d'ing. en ch.)	Nantes. – Div. du nord-ouest.
Bayle.	élève hors de conc.	Paris.—École des mines.
Beaumont (de). *Voir* Elie.		
Benoit.	élève 2e cl.. . . .	A l'École.
Bertera.	élève hors de conc.	Orléans.—Div. du nord.
Berthier (O ✱). . . .	insp. gén. 2e cl. .	Paris.—DIVISION DE L'OUEST, et École des mines.
Bertrand.	élève 1re cl. . . .	A l'École.
BertranddeBoucheporn	ing. ord. 2e cl. .	Toulouse.—Div. du sud-ouest.
Billy (de) ✱.	ing. en ch. 2e cl.	Strasbourg.—Div. du nord-est.
Bineau ✱.	ing. en ch. 2e cl.	Paris.—Serv. spécial.
Blavier ✱.	ing. en ch. 2e cl.	Douai.—Div. du nord et serv. extr.
Bochet.	élève 2e cl.	A l'École.
Bonnard (de) (C ✱). .	insp. gén. 1re cl.	Paris.—DIVISION DU SUD-EST.
Bossey.	élève hors de conc.	A l'École.
Boucheporn (de). *Voir* Bertrand.		
Boudousquié ✱. . . .	ing. ord. 1re cl. .	Périgueux.—Div. du sud-ouest.
Boulanger.	ing. ord. 2e cl. .	Moulins.—Div. du centre.
Boureuille (de) ✱. .	ing. ord. 1re cl. .	Paris.—Adm. centrale et comm. des Ann. des mines.
Boyé.	ing. ord. 2e cl. .	Besançon.—Div. de l'est.
Brongniart (O ✱).. .	ing. en ch. 1re cl.	Serv. extr. (Manuf. de Sèvres).
Burdin ✱.	ing. en ch. 1re cl.	Clermont.—Div. du centre.
C		
Cacarrié.	ing. ord. 2e cl. . .	Angers.—Div. de l'ouest.
Callon.	ing. ord. 2e cl. . .	Alais.—École des maîtres ouv.-min.
Chancourtois (de). . .	élève hors de conc.	A l'École.
Chatelus.	ing. ord. 2e cl. . .	Clermont.—Div. du centre.
Chéron (O ✱).	insp. gén. adj. . .	Paris.—DIVISION DU NORD-OUEST.
Chevalier (Mich.) (O ✱).	ing. en ch. 2e cl. .	Paris.—Comm. de statistique de l'industrie minérale.
Clapeyron ✱.	ing. en ch. 2e cl. .	Paris.—Service extraordin.
Combes ✱.	ing. en ch. 2e cl..	Paris.—Ecole des min. et serv. spéc.

Noms des Ingénieurs.	Grades.	Services.
Comte.	ing. ord. 2ᵉ cl. . .	Valenciennes.—Div. du nord.
Cordier (C ✱).	insp. gén. 1ʳᵉ cl. .	Paris.—Division du sud-ouest.
Couche.	ing. ord. 2ᵉ cl. . .	Algérie (temp.).
D		
Daubrée.	ing. ord. 2ᵉ cl. . .	Strasbourg.—Div. du nord-est.
Debette.	élève h. de conc. .	Paris.—École des mines.
Declerk.	ing. ord. 2ᵉ cl. . .	Serv. part. (Decazeville).
Delamotte. *Voir* Vergnette.		
Delaplanche.	ing. ord. 2ᵉ cl. . .	En congé.
Delaunay.	ing. ord. 2ᵉ cl. . .	École des Mines et Ecole polytech.
Delesse.	ing. ord. 2ᵉ cl. .	Vesoul.—Div. du nord-est.
Delsériès ✱.	ing. en ch. 1ʳᵉ cl. .	Saint-Etienne.—Div. du centre.
Descottes.	ing. ord. 2ᵉ cl. .	Tours.—Div. de l'ouest.
Desroches. *V.* Moisson.		
Diday.	ing. ord. 2ᵉ cl. . .	Marseille.—Div. du sud-est.
Drouot ✱.	ing. en ch. 2ᵉ cl.	Châlon.—Div. de l'est et serv. extr.
Dubocq.	élève hors de conc.	Algérie.
Dufrénoy (O ✱). . . .	ing. en ch. 1ʳᵉ cl. .	Paris.—École des mines.
Duhamel. *V.* Guillot.		
Dupont.	ing. ord. 2ᵉ cl. .	Montpellier-Div. du sud-est et s. ex.
Durocher.	ing. ord. 2ᵉ cl. . .	Rennes.—Div. du nord-ouest.
Dusouich.	ing. ord. 2ᵉ cl. . .	Arras.—Div. du nord.
E		
Ebelmen.	ing. ord. 2ᵉ cl. . .	Paris.—École des mines et comm. des Annales.
Elie de Beaumont (O ✱).	ing. en ch. 1ʳᵉ cl.	Paris.—École des mines.
F		
Fénéon.	ing. en ch. 2ᵉ cl. .	Saint-Etienne.—Ecole des mineurs.
Fourcy (de). *Voir* Lefébure.		
Fournel ✱.	ing. en ch. 2ᵉ cl. .	Algérie.
François ✱.	ing. ord. 2ᵉ cl. . .	Minist. de l'agr. et du comm. (eaux thermales).
Furgaud ✱.	ing. en ch. 1ʳᵉ cl.	Guéret.—Div. du centre et serv. ex.
Furiet.	ing. ord. 2ᵉ cl. .	Colmar.—Div. du nord-est.
G		
Gabé.	ing. en ch. 2ᵉ cl.	En réserve.
Galle. *Voir* Roussel.		
Gallissart de Marignac.	élève.	En congé (Suisse).
Garella ✱.	ing. en ch 2ᵉ cl. .	En congé.
Garnier (O ✱).	insp. gén. 2ᵉ cl. .	Paris.—Division du nord-est.
Gauldrée-Boilleau. . .	élève 2ᵉ cl.	A l'École.
Gentil.	aspirant.	Paris.—Div. du nord.
Gervoy ✱.	ing. ord. 1ʳᵉ cl. .	En congé.
Gras ✱.	ing. ord. 1ʳᵉ cl. . .	Grenoble.—Div. du sud-est.
Gruner.	ing. ord. 1ʳᵉ cl. . .	Saint-Etienne.—Ecole des mineurs.

Noms des Ingénieurs.	Grades.	Services.
Guenyveau (O ✱).. . .	insp. gén. adj. . .	Paris.—DIVISION DE L'EST.
Gueymard (O ✱). . . .	ing. en ch. 1re cl.	Grenoble.—Div. du sud-est.
Guillebot de Nerville. .	ing. ord. 2e cl. . .	Dijon.—Div. de l'est.
Guillot-Duhamel. . . .	ing. ord. 1re cl.. .	Chaumont.—Division de l'est.
H		
Harlé.	ing. ord. 2e cl. . .	Caen.—Division du nord-ouest.
Hennezel (de)..	ing. ord. 2e cl. . .	Le Mans.—Div. du nord-ouest.
Héricart de Thury(O✱)	insp. gén. 2e cl.. .	Paris.—DIVISION DU NORD.
Houpeurt.	élève 1re cl.. . . .	A l'École.
Hulot d'Osery.	aspirant.	Amérique du Sud (*mission*).
Hureau de Sénarmont ✱.	ing. ord. 1re cl.. .	Paris.—Serv. spécial.
J		
Jacquot.	ing. ord. 2e cl. .	Rive-de-Gier.—Div. du centre.
Juncker ✱.	ing. en ch. 1re cl.	Paris.—Div. du nord et serv. spéc.
L		
Labrosse Luuyt. . . .	élève 2e cl.. . . .	A l'École.
Lambert ✱.	ing. ord. 2e cl. . .	En congé (Égypte).
Lamé ✱.	ing. en ch. 2e cl. .	Ecole polytechnique.
Le Châtelier.	ing. ord. 2e cl. . .	Paris.—Serv. spécial.
Lecocq.	ing. ord. 2e cl. . .	En réserve.
Lefébure de Fourcy. .	ing. ord. 2e cl. . .	Paris. – Div. du nord et serv. spéc.
Lefebvre ✱.	ing. en ch. 2e cl. .	Amiens.—Div. du nord.
Lefrançois.	ing. ord. 2e cl. .	Alais.—Div. du sud-est.
Le Play ✱.	ing. en ch. 2e cl. .	Paris.—Ecole des mines et comm. de statist. de l'indust. minérale.
Levallois ✱.	ing. en ch. 1re cl.	Nancy.—Div. du nord-est.
Lorieux ✱.	ing. en ch. 2e cl. .	Versailles. —Division du nord.
M		
Manès ✱.	ing. en ch. 2e cl .	Bordeaux.—Div. du sud-ouest.
Marignac (de). *Voir* Gallissart.		
Marrot ✱..	ing. en ch. 2e cl. .	Périgueux.—Div. du sud-ouest.
Martha-Becker.	ing. ord. 2e cl. . .	En congé.
Meissonnier..	ing. ord. 2e cl. .	Draguignan.—Div. du sud-est.
Meugy.	ing. ord. 2e cl. .	Lille.—Div. du nord.
Migneron (O ✱). . . .	insp. gén. 1re cl. .	Paris. – DIVISION DU CENTRE.
Mœvus.	ing. ord. 2e cl. . .	Saint-Etienne.—Div. du centre.
Moisson-Desroches. . .	ing. en ch. 1re cl.	Paris.—Serv. extraordin.
N		
Nerville (de). *Voir* Guillebot.		

GARDES-MINES.

ÉTAT DES GARDES-MINES PAR DIVISIONS ET ARRONDISSEMENTS MINÉRALOGIQUES.

Arrondissements minéralogiques.	Noms des Gardes-Mines.	Résidences.	Services.
	DIVISION DU NORD.		
PARIS	Jedlinski, 1re cl.	Paris	Seine. Carte géologiq.
	Jullien, 2e cl.		Machines à vap.
	Rosset, 2e cl.		*idem.*
	Bougarel, 4e cl.		*idem.*
VERSAILLES	Noury, 3e cl.	Pontoise	Seine-et-Oise, serv. ordin.
	Podczaski, 3e cl.	Saint-Germain.	
	Mokiin, 3e cl.	Mennecy	
	Laplanche, 3e cl.	Meaux	Seine-et-Marne, serv. ord.
DOUAI	Lévy, 2e cl.	Douai	Nord, serv. ordin.
	DIVISION DU NORD-EST.		
TROYES	Guillet, 4e cl.	Mézières	Ardennes, serv. ordin.
	Kienski, 4e cl.	Vouziers	
	Huppé, 4e cl.	Tréveray	Meuse, serv. ordin.
	Fragonard, 3e cl.	Reims	Marne, serv. ordin.
	Manoury, 3e cl.	Troyes	Aube, serv. ordin.
NANCY	Perret, 3e cl.	Nancy	Meurthe, serv. ordin.
	Dziedzicki, 3e cl.	Longwy	Moselle, serv. ordin.
STRASBOURG	Lebas, 3e cl.	Strasbourg	Bas-Rhin, serv. ordin.
	Dürrbach, 3e cl.	Colmar	Haut-Rhin, appar. à vap.
	Audoire, 4e cl.	Épinal	Vosges, serv. ordin.

...ndissements ...ralogiques.	Noms des Gardes-Mines.	Résidences.	Services.

DIVISION DE L'EST.

...ndissements ...ralogiques.	Noms des Gardes-Mines.	Résidences.	Services.
...UL.	Paufert, 3ᵉ cl.	Vesoul.	Haute-Saône, serv. ordin.
	Canaly, 4ᵉ cl.	Gray.	
	Garnier, 3ᵉ cl.	Chaumont. . . .	Haute-Marne, minières et atel. de lavage.
	Ilnicki, 3ᵉ cl.	Vassy.	
	Heuret, 4ᵉ cl.	Châtillon. . . .	Côte-d'Or, serv. ordin.
	Tournois, 4ᵉ cl. . . .	Dijon.	
...N.	Mairet, 3ᵉ cl.	Châlon.	Saône-et-Loire, serv. ord.
	. . . .	Blanzy.	

DIVISION DU CENTRE.

...ndissements ...ralogiques.	Noms des Gardes-Mines.	Résidences.	Services.
...TIENNE. . .	Koss, 1ʳᵉ cl.	St-Étienne. . . .	Loire. topog. souterr.
	Chevalier, 2ᵉ cl. . . .		Loire. serv. ordin.
	Bayon ✱, 1ʳᵉ cl. . . .	Rive-de-Gier. .	Loire. serv. ordin.
	Miziewicz, 4ᵉ cl. . . .		Loire. topog. souterr.
	Legrand, 2ᵉ cl.		Loire. trav. de consolid.
	Blanpied, 2ᵉ cl. . . .	Lyon.	Rhône, bateaux à vapeur.
...MONT. . . .	Jusseraud, 1ʳᵉ cl. . .	Brassac.	Puy-de-Dôme, serv. ordin.
	. . . .	Nevers.	Nièvre, serv. ordin.
	. . . .	Bourges.	Cher, min. et établ. métall.
	Faugière, 4ᵉ cl. . . .	Montluçon. . .	Allier, serv. ordin.

DIVISION DU SUD-EST.

...ndissements ...ralogiques.	Noms des Gardes-Mines.	Résidences.	Services.
...OBLE. . . .	Grand, 2ᵉ cl.	Marseille. . . .	B.-du-Rhône, serv. ordin.
	Mercanton, 3ᵉ cl. . .	Latour-du-Pin.	Isère, serv. ordin.
	Bernard (H.), 3ᵉ cl.	Allevard.	
	Albert, 3ᵉ cl.	Briançon. . . .	Hautes-Alpes, serv. ordin.

Arrondissements minéralogiques.	Noms des Gardes-Mines.	Résidences.	Services.
DIVISION DU SUD-EST (*suite*).			
ALAIS	Czyszkowski, 1re cl.	Alais	Gard, serv. ordin.
	Bernard (A.), 2e cl.	Arles-sur-Tech.	Pyr.-Orientales, serv. ord.
DIVISION DU SUD-OUEST.			
PÉRIGUEUX	Sengensse, 4e cl.	Périgueux	Dordogne, serv. ordin.
	Orlowski, 3e cl.	Agen	Lot-et-Gar., bat. à vap.
	Badynski, 1re cl.	Aubin	Aveyron, serv. ordin.
BORDEAUX	Bertrand de Lom, 3e cl.	Bordeaux	Gironde, serv. ordin.
DIVISION DE L'OUEST.			
GUÉRET	Briotet, 4e cl.	Poitiers	Vienne, serv. ordin.
	Roy, 2e cl.	Jarnac	Charente, Charente-Inf. — Serv. ord.
NANTES	Wolski, 1re cl.	Nantes	Loire-Infér., serv. ordin. et bateaux à vapeur.
	Cherbonneau, 5e cl.	Saumur	Maine-et-Loire, serv. ord.
	Barret de Besse, 3e cl.	Angers	Maine-et-Loire, serv. ord.
DIVISION DU NORD-OUEST.			
ROUEN	Slawecki, 3e cl.	Rouen	Seine-Inf. — serv. ord.
	Dunowski, 2e cl.	Fécamp	Seine-Inf. — carr. de Fécamp.
	Makowiecki, 3e cl.	Caen	Calvados, serv. ord.
LAVAL	Huvé, 2e cl.	Sablé	Sarthe, serv. ord.
	Lalouette (Aljoar), 4e cl.	Redon	Ille-et-Vilaine, serv. ord

LISTE ALPHABÉTIQUE DES GARDES-MINES EN ACTIVITÉ.

Noms des Gardes-Mines.	Classes.	Services.
A		
Albert.	3e cl.	Briançon, arr. de Grenoble.
Audoire.	4e cl.	Épinal, arr. de Strasbourg.
B		
Badynski.	1re cl.	Aubin, arr. de Périgueux.
Barret de Besse. . . .	3e cl.	Angers, arr. de Nantes.
Bayon ✻.	1re cl.	Rive-de-Gier, arr. de Saint-Etienne.
Bernard (A.).	2e cl.	Arles-sur-Tech, arr. d'Alais.
Bernard (H.).	3e cl.	Allevard, arr. de Grenoble.
Bertrand de Lom. . .	3e cl.	Bordeaux, arr. de Bordeaux.
Blanpied.	2e cl.	Lyon, arr. de St-Etienne (bat. à vapeur).
Bougarel.	4e cl.	Paris, mach. à vapeur.
Briotet.	4e cl.	Poitiers, arr. de Guéret.
C		
Canaly.	4e cl.	Gray, arr. de Vesoul.
Cherbonneau.	5e cl.	Saumur, arr. de Nantes.
Chevalier.	2e cl.	Saint-Etienne, arr. de Saint-Etienne.
Czyszkowski.	1re cl.	Alais, arr. d'Alais.
D		
Ducas.	2e cl.	Algérie.
Dunowski.	2e cl.	Fécamp, arr. de Rouen.
Dürrbach.	3e cl.	Colmar, arr. de Strasbourg.
Dziedzicki.	3e cl.	Longwy, arr. de Nancy.
F		
Fauglère.	4e cl.	Montluçon, arr. de Clermont.
Fragonard.	3e cl.	Reims, arr. de Troyes.
G		
Garnier.	3e cl.	Chaumont, arr. de Vesoul.
Grand.	2e cl.	Marseille, arr. de Grenoble.
Guillet.	4e cl.	Mézières, arr. de Troyes.
H		
Heuret.	4e cl.	Chatillon, arr. de Vesoul.
Huppé.	4e cl.	Treveray, arr. de Troyes.
Huvé.	2e cl.	Sablé, arr. de Laval.
I		
Ilnicki.	3e cl.	Vassy, arr. de Vesoul.
J		
Jedlinski.	1re cl.	Paris, carte géologique.

CALVADOS.

MM.

Monnier.	Ing. en chef des ponts-et-ch., direct.	. . . .
Tostain.	Ing. en chef des ports maritimes.	
Fortin	Ingénieur des ponts-et-chaussées.	
Harlé.	Ingénieur des mines.	
Delisle.	Lieutenant de port.	
Morin.	Capitaine au long-cours.	
. . . .	Le commissaire de marine.	
Jeannaire.	Mécanicien.	

CHARENTE-INFÉRIEURE.

Hubert.	Direct. des constructions navales.	Rochefort
Auriol.	Ing. des constructions navales.	
Maitros de Varennes.	Ing. des ponts-et-chaussées.	
Dor.	Ing. en chef des ponts-et-chaussées.	La Rochel
Quilliard.	Ingénieur des ponts-et-chaussées.	
Marchegay.	*Idem.*	
Lepage aîné.	Constructeur de navires.	
Rouyer (Adolphe). .	directeur du moulin à vapeur de la Rochelle.	

CORSE.

Beguin.	Ing. des ponts-et-chaussées.	Ajaccio.
Soleau.	Ing. en chef des ponts-et-chaussées.	
Kuss.	Asp. ing. des ponts-et-chaussées.	
Aufric.	Lieutenant au corps royal du génie.	
Vogin..	Ingénieur des ponts-et-chaussées.	Bastia.
Lucas.	Capitaine au corps royal du génie.	
Sisco.	Architecte de la ville de Bastia.	

CÔTES-DU-NORD.

De Bouteillier. . . .	Ing. des ponts-et-chaussées.	Dinan.
Josselin..	Négociant.	
Gauchet.	Lieutenant de vaisseau en retraite.	

FINISTÈRE.

MM.		
Aumaître.	Ingénieur des ponts-et-chaussées.	Morlaix.
Andrieux (Aristide). .		Morlaix.
Boyer.	Architecte.	Morlaix.
Monier (Désiré). . .	Mécanicien.	Morlaix.
Le Loutre.	Capitaine au long cours.	Morlaix.
Fribourg.	Président de la chambre de comm.	Morlaix.
Le Moyne.	Ing. en chef des ponts-et-chaussées.	Brest.
Simon.	Ancien ingénieur en retraite.	Brest.
Ronin.	Memb. du com. sup. d'instr. prim.	Brest.
Chedeville.	St Ing. des constructions navales.	Brest.
Fauveau.	Capitaine du génie.	Brest.
Guyot.	Capitaine d'artillerie au Pont de Buis.	Châteaulin.
D'Assigny.	Commissaire à la poudrerie du Pont de Buis.	Châteaulin.
Durest.	Ancien officier de marine.	Châteaulin.
Marzin.	Maire de Port-Launay.	Châteaulin.
Tourbiez.	Conducteur faisant fonctions d'ingénieur à Châteaulin.	Châteaulin.

GARD.

Vinard.	Ing. en chef des ponts-et-chaussées.	Nîmes.
Thibaud.	Ing. en chef des mines.	Nîmes.
. . . .	Ing. en chef du chemin de fer de Montpellier à Nîmes.	Nîmes.
Plagniol.	Inspect. de l'Académie de Nîmes.	Nîmes.
Vassas.	Ancien élève de l'école polytech.	Nîmes.
Granier.	Capitaine du génie.	Nîmes.
Dombre.	Ing. des ponts-et-chaussées.	Nîmes.
Gastons-Vincens. . .	Anc. capitaine d'artillerie.	Nîmes.
Denis Benoist. . . .	Exploit. des fond. et forges d'Alais.	Nîmes.
Rousseau.	Ingénieur civil.	Nîmes.
Bouchet aîné.	Mécanicien.	Nîmes.
Tavernel.	Membre du cons. gén. du départ.	Beaucaire.
De Chastellier. . . .	*Idem.*	Beaucaire.
Talabot.	Ingénieur des ponts-et-chaussées.	Beaucaire.
Surell.	*Idem.*	Beaucaire.
Dupont.	Ingénieur des mines.	Beaucaire.
Hebert.	Anc. élève de l'école polytechnique.	Beaucaire.
Laurent.	Architecte.	Beaucaire.
Eug. de Labaume. .	Lieut.-col. au corps roy. d'ét.-major.	Beaucaire.
Sibour.	Maire, à Pont-St-Esprit.	Beaucaire.
Clerc fils.	Maire à Roquemaure.	Beaucaire.

GIRONDE.

MM.		
Manès.	Ingénieur en chef des mines.	Bordeaux.
Deschamps.	Ing. en chef des ponts-et-chaussées.	
De Lafforre.	Ing. en chef des ponts-et-chaussées.	
Siau.	*Idem.*	
Malaure.	Ingénieur des ponts-et-chaussées.	
Jaquemet..	*Idem.*	
Tabuteau..	*Idem.*	
Alphand.	*Idem.*	
Chambrelent.. . . .	*Idem.*	
De Champflorin. . .	*Idem.*	
Poirier.	*Idem.*	
Lancelin.	*Idem.*	
Cousin père.	Maître des forges.	
Bompar.	Capitaine de port.	
Fol.	Direct. de la fonderie de Bacalan.	
Coureau fils.	Constructeur.	
Magouty.	Pharmacien chimiste.	

HÉRAULT.

Virla.	Ing. en chef des ponts-et-chaussées.	Cette.
Dupont..	Aspirant ingénieur des mines.	
Reynaud.	Ingénieur civil.	
Monservin.	Armateur.	
Fournaire Laurent..	Négociant, anc. capitaine au long cours et armateur.	

ILLE-ET-VILAINE.

Guichard..	Ing. en chef dir. des ponts-et-ch.	Rennes.
Amaury-Dréo.. . . .	Négociant.	
Bohard..	Horloger-mécanicien.	
Leroy-Hudelez. . . .	Serrurier-mécanicien.	
Bataille..	Contre-maître de la manufacture de la Pelletière.	
Girard de Caudemberg.	Ing. en chef des ports de Saint-Malo et de Saint-Servan.	
Cunat.	Ancien officier de la marine royale.	
Fontan (Paul). . .	Armateur.	
Bourdet (Eugène).	Chef de la fonderie du Sillon.	
Picard.	Constructeur de navires à Saint-Malo.	
Douville.	Ancien capitaine au long-cours.	
Guibert.	Armateur. *Idem.*	

INDRE-ET-LOIRE.

MM.

Nom	Qualité	Ville
Maurice.	Ing. en chef des ponts-et-chaussées.	Tours.
Descottes.	Asp. ingénieur des mines.	Tours.
Bellanger..	Ancien conseiller de préfecture.	Tours.
Jacquemin.	Architecte.	Tours.
Walwein.	Maire de Tours.	Tours.
Borgnet.	Proviseur du collége royal.	Tours.

LOIRE-INFÉRIEURE.

Nom	Qualité	Ville
Cabrol.	Ing. en ch. des ponts-et-chaussées.	Nantes.
Baudin.	Ing. des mines, faisant fonctions d'ing. en chef.	Nantes.
Jégou.	Ingénieur en chef de la Loire.	Nantes.
De la Gournerie. . .	Ing. des ponts-et-chaussées.	Nantes.
Lechalas.	*Idem.*	Nantes.
Audibert..	Ingénieur des mines.	Nantes.
Brun.	Ingénieur de la marine, attaché à l'établissement d'Indret.	Nantes.
Bellanger..	Capitaine de port.	Nantes.
Leray..	Constructeur de navires.	Nantes.
Berthaud Forment .	Mécanicien.	Nantes.

LOIRET.

Nom	Qualité	Ville
Floucaud..	Ing. en chef des ponts-et-chaussées.	Orléans.
Lejeune.	Ing. en chef du canal latéral à la Loire.	Orléans.
Lacave.	Ing. des ponts-et-chaussées.	Orléans.
Germon-Douville. .	Présid. de la chambre de comm.	Orléans.
Petit.	Prof. de phys. au coll. d'Orléans.	Orléans.
Weber.	Mécanicien.	Orléans.
Delaitre.	Ingénieur des ponts-et-chaussées.	Orléans.
Tavannes.	Manufacturier.	Orléans.
Hazard.	*Idem.*	Orléans.
Dufresne.	Ingénieur des ponts-et-chaussées.	Orléans.
Thoyot.	Ing. du chemin de fer d'Orléans à Tours.	Orléans.
De Sazilly.	*Idem* d'Orléans à Vierzon.	Orléans.
Baron.	Élève-ing. des ponts-et-chaussées.	Orléans.

LOT-ET-GARONNE.

MM.		
Job.	Ing. en chef des ponts-et-chaussées, chargé du service du canal latéral à la Garonne et de la navig. de la Garonne.	Agen.
Commier.	Ing. en chef des ponts-et-chaussées du département.	Agen.
Martial de Laffore. .	Ingénieur en chef du Lot.	Agen.
Maillebiau.	Ingénieur en chef de la Garonne.	Agen.
Couturier.	Ingénieur des ponts-et-chaussées attaché au serv. de la Garonne à Agen.	Agen.
Baumgarten.	Ingénieur des ponts-et-chauss. attaché au can. lat. à la Garonne.	Agen.
Bellegarde.	*Idem.*	Agen.
Demay.	Conducteur, f. fonct. d'ing. ord.	Agen.
Ferret.	*Idem.*	Agen.
De Sévin.	Voyer en chef du département.	Agen.
Bartayrès.	Professeur de mathématiques.	Agen.
De Cressonnière. . .	Ancien élève de l'Ecole Polytech.	Agen.
Marraud.	*Idem.*	Agen.
Alquié.	Secrétaire général de la préfecture.	Agen.

MAINE-ET-LOIRE.

Fourier.	Ing. en chef des ponts-et-chaussées.	Angers.
Cacarrié.	Ingénieur des mines.	Angers.
Bayan.	Inspecteur de l'Académie.	Angers.
Calabert.	Mécanicien.	Angers.
Honyau.	Ingénieur civil.	Angers.
Lesourd Delisle. . .	Inspect. honoraire de la navigation.	Angers.
Billard.	Marchand poêlier.	Angers.

MOSELLE.

M.		
ndre.	Ing. en chef des ponts-et-chaussées.	Metz.
. . . .	Ingénieur des mines.	
ird.	Ing. des ponts-et-chaussées.	
:.	Ing. des ponts-et-chaussées.	
ngé.	*Idem.*	
ı.	Capitaine d'artillerie.	
: père..	Constructeur de machines.	
rnoot.	Architecte.	
ntbriant. . . .	Ing. civil.	
ınn..	Lieut. colon. d'artillerie.	

NIÈVRE.

d père.	Conseiller de préfecture.	Nevers.
umont.	Ing. en chef des ponts-et-chaussées.	
ıamp.	Ing. en chef du canal lat. à la Loire.	
es.	Ing. *Idem.*	
rd.	Chef d'escadron d'artillerie.	
ois.	Propriétaire.	
.. . .	Ing. mécanicien.	

OISE.

ly.	Ing. en chef des ponts-et-chaussées.	Compiègne
ain.	Inspect. de la navigation de l'Oise.	
ıier..	Maître de port.	
ınce, père. . .	Ancien marinier.	
hot..	Inspect. des bât. de la couronne.	

PAS-DE-CALAIS.

ıet.	Ing. en chef du port de Boulogne.	Boulogne.
lin.	Sous-commissaire de marine.	
. . . .	Capitaine de port.	
r.	Architecte.	
ı.	Professeur d'hydrographie.	
t.	Ing. en chef du port de Calais.	Calais.
ın..	Commissaire de marine.	
ıllé.	Capitaine de port.	
l'aîné..	Négociant.	
ıer.	Directeur d'usine à vapeur.	

PYRÉNÉES (BASSES-).

MM.		
Durant	Ingénieur des ponts-et-chaussées.	Bayonne.
Pierre Lannes	Négociant.	
François Stein	Mécanicien.	
Duhart-Fauvet	Négociant.	
Descandes	Constructeur de navires.	
Jauréguiberry	Capitaine de port.	

RHIN (BAS-).

Couturat	Ing. en chef des travaux du Rhin.	Strasbourg.
De Billy	Ing. en chef des mines.	
Schwilgué	Mécanicien.	
Persoz	Prof. à la faculté des sciences.	
Buch	Maître batelier.	
Coumes	Ingénieur des ponts-et-chaussées.	
Daubrée	Ingénieur des mines.	

RHÔNE.

Cailloux	Ing. en chef des ponts-et-chaussées.	Lyon.
O'Brien	*Idem.*	
Montg	Mécanicien.	
Tabar	Professeur à la Faculté des sciences.	
Malmazet	Adjoint au maire de Lyon.	
Gauthier	Membre du conseil d'arr. de Lyon.	
Monmartin	Ancien officier du génie.	
Jordan	Ingénieur des ponts-et-chaussées.	
Meynard	*Idem.*	
Perrey	*Idem.*	
Duverger	*Idem.*	
Goux	*Idem.*	
Pigeon	Ingénieur des mines.	

SAÔNE-ET-LOIRE.

Comoy	Ing. en chef des ponts et-chaussées.	Châlons.
Drouot	Ing. en chef des mines.	
Tavernier	Ingénieur des ponts-et-chaussées.	
Remise	*Idem.*	
Boissenot	Pharmacien.	
Bessy	Chimiste.	

SEINE.

[.

:s..	Ingénieur en chef des mines.	Paris.
ı.	*Idem.*	
ıarmont. . . .	Ingénieur des mines.	
lt..	Commiss. archit. de la préfecture.	
rd.	Architecte.	
alin.	Inspecteur général de la navigat.	

SEINE-ET-MARNE.

lin.	Ing. en chef des ponts-et-chaussées.	Melun.
. . . .	Ing. des ponts-et-chaussées.	
ıe..	Géomètre en chef du cadastre.	
on.	Architecte du département.	
ıt..	Pharm. de la mais. cent. de Melun.	
ıt-Plessis. . . .	Ing. des ponts-et-chaussées.	Montereau.
ıt..	Inspecteur de la navigation.	
're..	Conducteur des ponts-et-chaussées.	
:lier.	Médecin.	
e.	Direct. de la manufact. de faïence.	
t-Dabon. . . .	Ancien serrurier-mécanicien.	

SEINE-ET-OISE.

ıard.	Ing. des ponts-et-chaussées.	St-Germain-en-Laye.
. . . .	Ancien député, propriétaire.	
'alet..	Inspecteur de la navigation.	
euvery.	Anc. maire de St-Germain.	
ıs..	Docteur-médecin.	
. . . .	Ingénieur des ponts-et-chaussées.	Mantes.
ıllier.	Maire de la ville de Mantes.	
l.	Juge suppléant au trib. de Mantes.	
arres.	Mem. du cons. mun. de Mantes.	
ıt.	Ing. des ponts-et-chaussées.	Corbeil.
. . . .	Membre du conseil général.	
.eau..	Manufacturier.	
ay..	*Idem.*	
he.	Propriétaire.	

SEINE-INFÉRIEURE.

MM.		
Doyat........	Ing. en chef des ponts-et-chaussées.	Rouen.
De Saint-Léger....	Ing. en chef des mines.	
Adamoli........	Ingénieur des ponts-et-chaussées.	
Lepeuple........	*Idem.*	
Malivoire........	Inspecteur de la navigation.	
Gueroult........	Ex-constructeur de navires.	
Delérue........	Chef de division à la préfecture.	
Delafosse........	Négociant.	
Boutigny........	Conduct. des ponts-et-chaussées.	
Renaud........	Ing. en chef des ponts-et-chaussées.	Le Havr
Chevallier........	Ing. des ponts-et-chaussées.	
Gachot........	Directeur du port.	
Guérin........	Anc. capitaine au long cours.	
Méry........	Ingénieur des ponts-et-chaussées.	Dieppe.
Darbel........	Lieutenant de port.	
Buffard........	Ancien officier de marine.	
Legal........	Ancien capitaine au long cours.	
Fanouilleret....	Constructeur de navires.	

SOMME.

Beaulieu........	Ingénieur des ponts-et-chaussées.	Saint-Va
Richard........	Commissaire de marine.	
Terquem........	Professeur d'hydrographie.	
Delahaye........	Conduct. des ponts-et-chaussées.	
Vasseur........	Lieutenant de port.	

VAR.

Sochet........	Ingénieur de la marine.	Toulon.
Lambert........	Ingénieur des travaux hydrauliq.	
Dupuy-Delome....	Ingénieur de la marine.	
Tassy........	Ingénieur des ponts-et-chaussées.	
Marchand........	Lieutenant de port.	
Gueit........	Architecte.	

(*) La commission du Havre est instituée pour les bâtiments du Havre à Honfleur

TABLE DES MATIÈRES

CONTENUES DANS LE TOME VII.

GÉOLOGIE ET MINÉRALOGIE.

CHIMIE.

MINÉRALURGIE.

MÉCANIQUE. — EXPLOITATION.

OBJETS DIVERS.

ADMINISTRATION.

PLANCHES JOINTES AU TOME VII.

FIN DU TOME VII.



Légende du Plan.

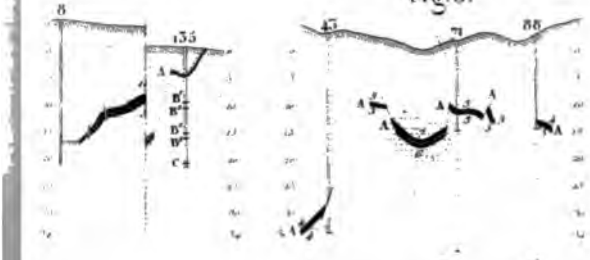
...nde couche par des plans horisontaux distants entr'eux de 10 mètres.

... pour les couches bâtardes.

...ions.

...tations particulières.

Fig. 3.



Coupe longitudinale passant par les Puits N.os 43, 71 et 88.

Nota. La lett...

…pographie d…

Fig. 5. Coupe … passant par les puits N.os …, 45, 43 et 37.

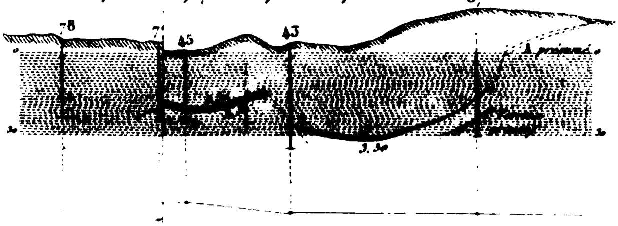


Fig. 8. … du bassin passant par les puits N.os 23, 5 et 11.

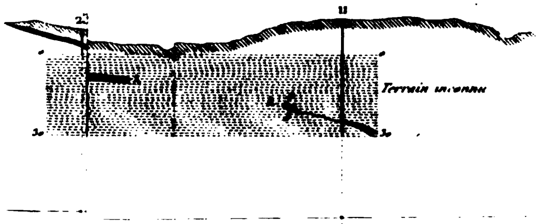
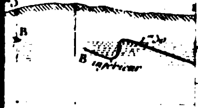


Fig. 11. Coupe entre les pu…
N.os …3 et …



… les Fig. 4 à 11 de 0.m001 p.r 20 mètres.

1000 — 2,000 mètres.

… Fig. 4 à 11 de 0.m0003 p.r 80 mèt.

1,000 — 1,500 — 2,000 mètres.

… la Fig. 12 de 0.m001 pour 10 mèt.

500 — 1,000 mètres.

…12 de 0.m009 pour 100 mètres.

… — 1,000 mètres.

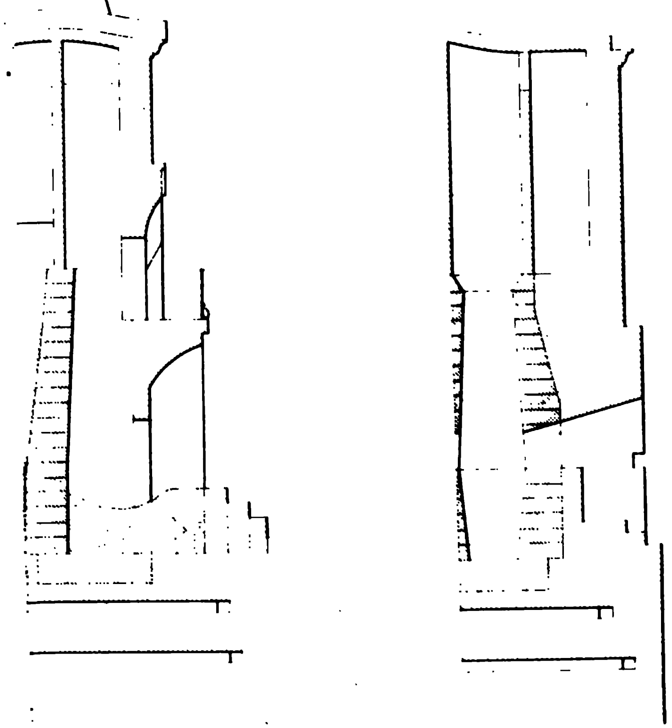
…13 de 0.m0025 pour mètre.

20 — 40 mètres.

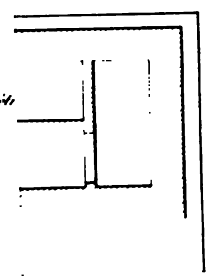
Lemaître sc.

et d'Argent en Hong.

suivant AB de la Fig. 4. ant CD de la Fig. 4.



condensation.



de 0m 008 pour mètre

4 5 10 mèt

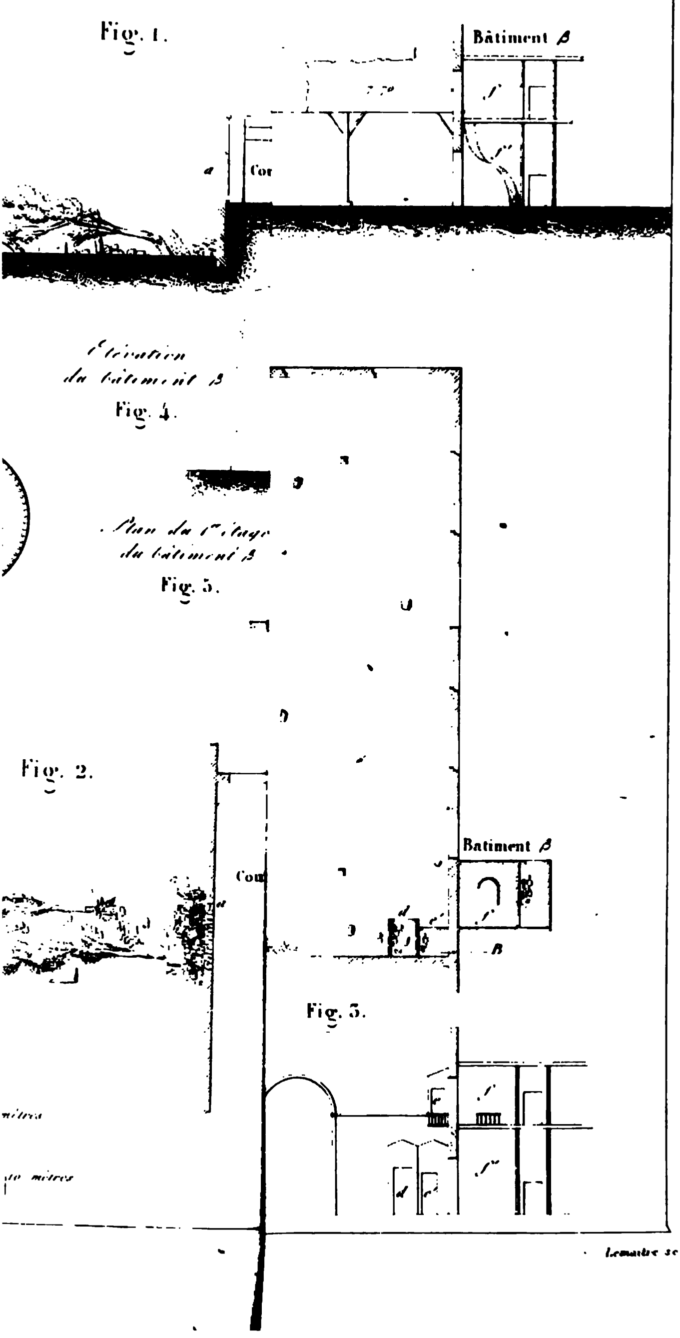
en Pieds de Vienne.

ds de Vienne = 0m 3160.

1m 30 pieds.

Lemaitre sc.

...losions des Chaudiè...

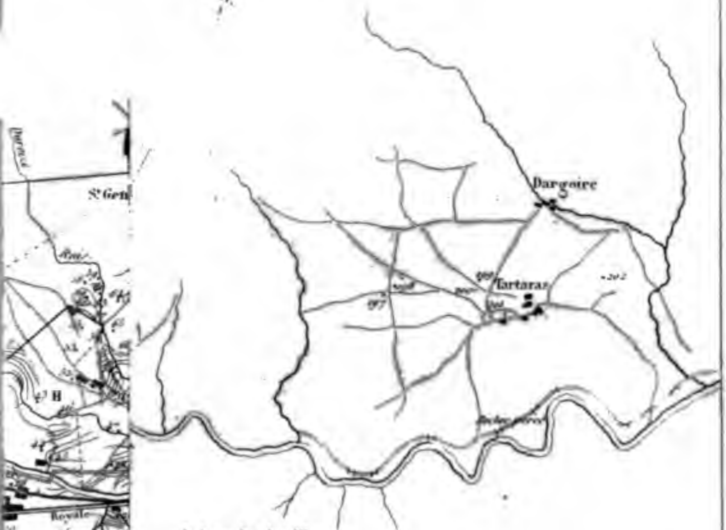


Lemaitre sc.

FIN DU TOME VII.

Pl. I.

Topographie.



Légende du Plan.

…onde couche par des plans horizontaux distants entr'eux de 10 mètres

… pour les couches bâtardes.

…tions

…stations particulières

Fig. 5.



Coupe longitudinale passant par les Puits N.os … et …

Nota. Les lettr…

Lemaître del. et sc.

PL. II.

...pographie ...

Fig. 5. Coupe ... passant par les Puits N.os ...

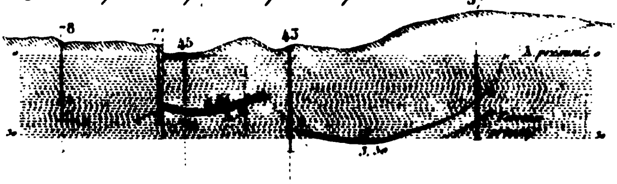
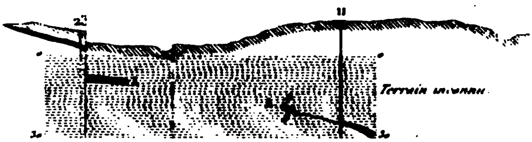
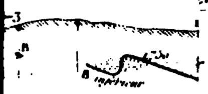


Fig. 8. ... passant par les Puits N.os ...



...ig. 11. Coupe entre les pu... N.os ...



les Fig. 4 à 11 de 0.m001 p.r 20 mètres.

2,000 mètres.

... Fig. 4 à 11 de 0.m003 p.r 80 mèt.

1,000 1,500 2,000 mètres

... la Fig. 12 de 0.m001 pour 10 mèt.

300 1,000 mètres.

12 de 0.m009 pour 100 mètres.

1,000 mètres.

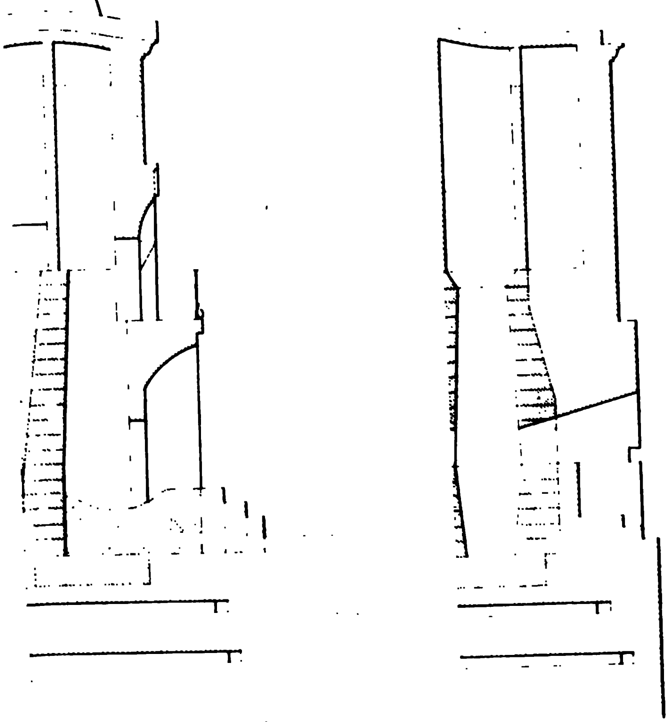
13 de 0.m0025 pour mètre.

20 40 mètres.

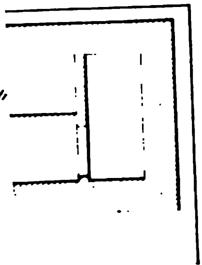
Lemaître sc.

et d. Vigent en long.

suivant AB de la Fig. 4. *ant CD de la Fig. 4.*



condensation.

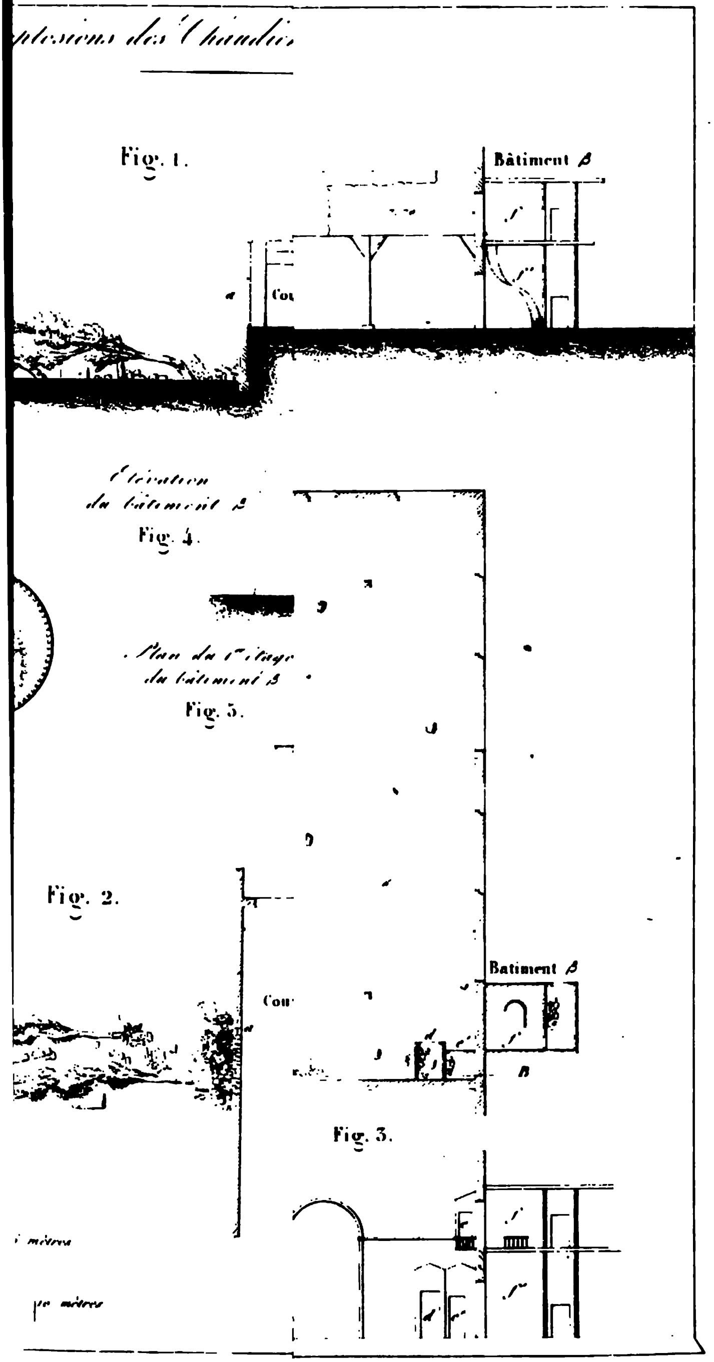


de 0.m 008 pour mètre.

en Pieds de Vienne.

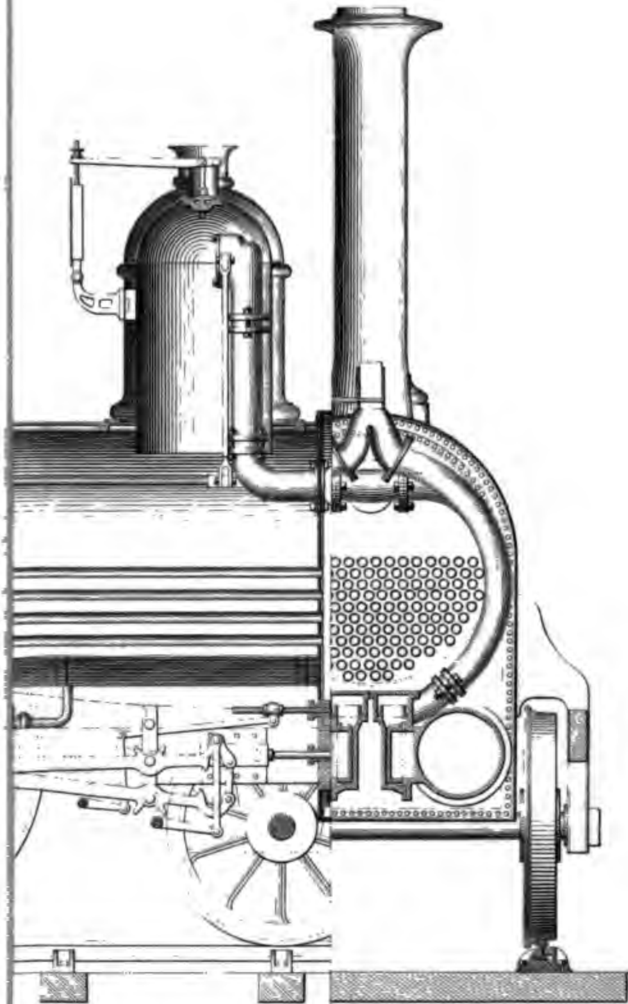
Lemaitre sc

MÉCAN



Lemaître sc.

Locomotive à de



Echelle de 0.m03 pour mètre

Lemaître sc.

Fig. 6.

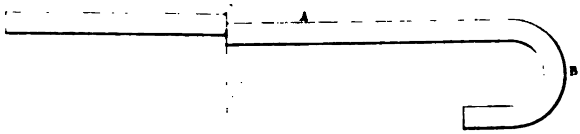


Fig. 8.

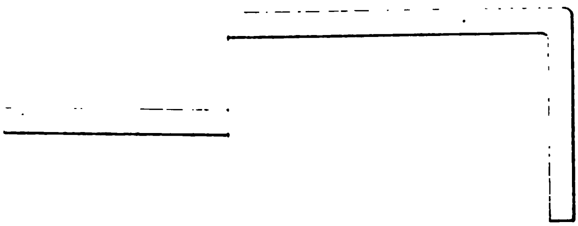


Fig. 10.

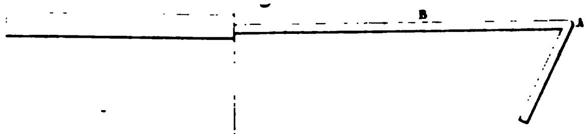


Fig. 12.

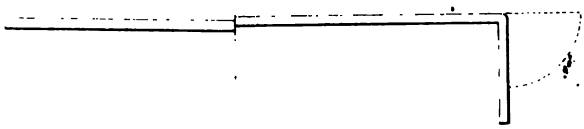


Fig. 13.

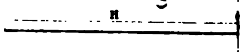
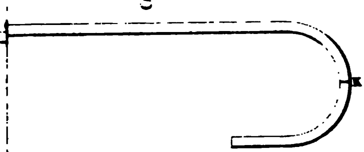


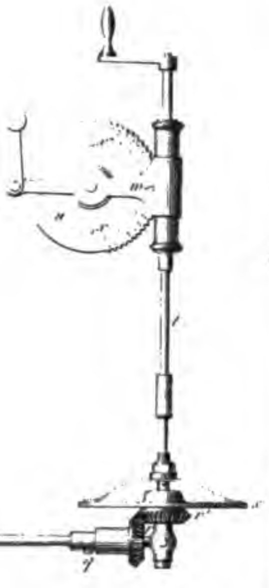
Fig. 15.



90 1 mètre

Lemaître sc.

de Mr Farcot.

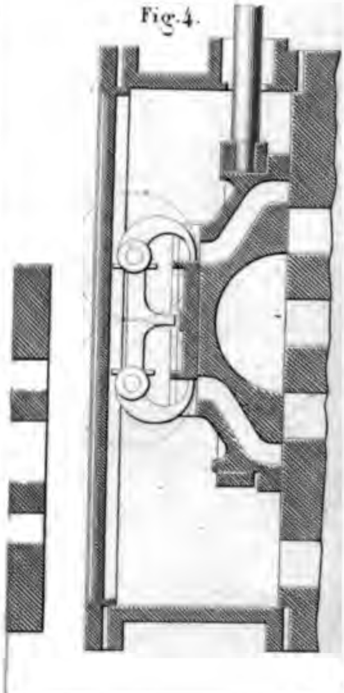


Mr Farcot.

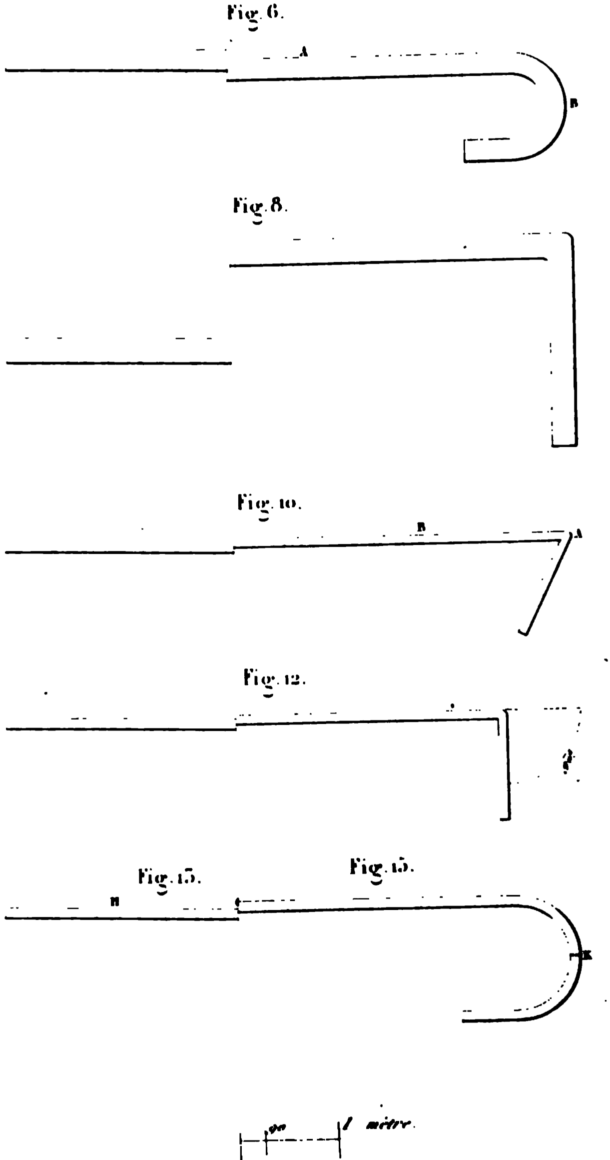
Fig. 3.



Fig. 4.



Lemaitre sc.



Lemaître sc

de M. Farcot. *M. Farcot.*



Fig. 3.

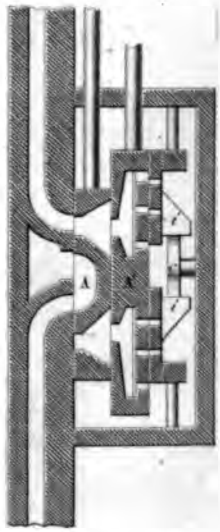
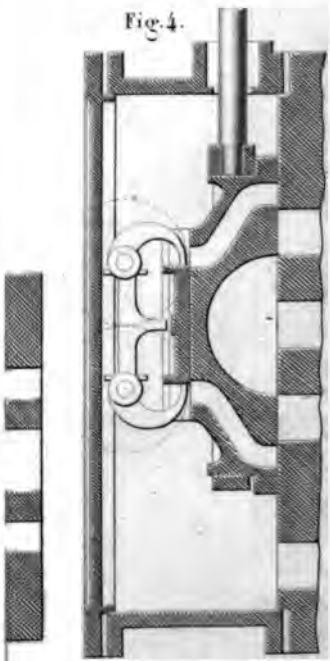
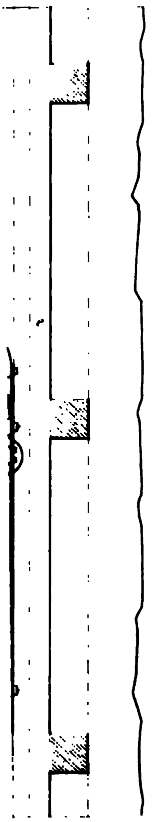


Fig. 4.





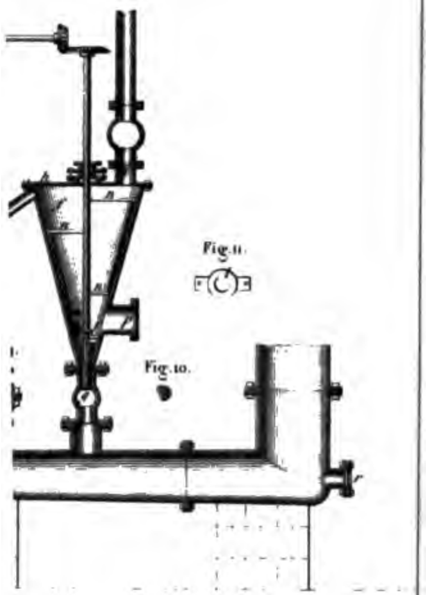
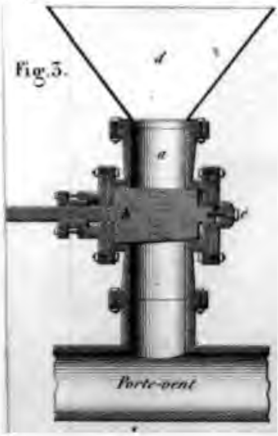


Fig. 11.

Fig. 10.

Coupe verticale suivant la ligne CD de la Fig. 2



2 mètres

... de 0.m05 p.r mètre

1 mètre

...m015 pour mètre.

2 mètres.

Lemaître sc.

NIQU

Fig.3